Table of Contents

[Bevezetés 1](#_Toc447908104)

[Világűr 4](#_Toc447908105)

[A világmindenség eredete 4](#_Toc447908106)

[Az Ősrobbanás (“Nagy Bumm”) 4](#_Toc447908107)

[A probélma egyidős az emberiséggel 4](#_Toc447908108)

[A világűr felfedezése és az univerzum 5](#_Toc447908109)

[A világegyetem törvényei 5](#_Toc447908110)

[Kepler törvényei 5](#_Toc447908111)

[A tömegvonzás törvénye 6](#_Toc447908112)

[Üstökösök 6](#_Toc447908113)

[Száguldó jégtömbök 6](#_Toc447908114)

[Meteorzáporok 7](#_Toc447908115)

[Csillagok: mi jellemző rájuk, és hogyan alakultak ki? 7](#_Toc447908116)

[Fényesség és méret 7](#_Toc447908117)

[A csillagok színe 8](#_Toc447908118)

[Egy csillag születése 8](#_Toc447908119)

[Fejlődés és pusztulás 8](#_Toc447908120)

[Csillagok: A kémiai elemek gyáraitól a fekete lyukakig 9](#_Toc447908121)

[A kémiai elemek 9](#_Toc447908122)

[A csillagok belső energiatermelő rendszere 9](#_Toc447908123)

[Fekete lyukak 9](#_Toc447908124)

[A csillagok osztályozása 10](#_Toc447908125)

[Kettős csillagok 10](#_Toc447908126)

[Változó csillagok 10](#_Toc447908127)

[Nóvák 10](#_Toc447908128)

[Szupernóvák 10](#_Toc447908129)

[Pulzárok 10](#_Toc447908130)

[Kvazárok 11](#_Toc447908131)

[Csillaghalmazok, csillagködök 11](#_Toc447908132)

[Csillagködök 12](#_Toc447908133)

[Galaxisok 12](#_Toc447908134)

[Galaxis típusok 13](#_Toc447908135)

[Galaxisok ütközése 13](#_Toc447908136)

[Táguló világegyetem 13](#_Toc447908137)

[Hogyan mérhetjük meg egy galaxis sebességét? 13](#_Toc447908138)

[Az Északi félgömb égboltjának csillagképei 13](#_Toc447908139)

[A Déli félgömb égboltjának csillagképei 14](#_Toc447908140)

[A tejútrendszer 14](#_Toc447908141)

[Felfedezések 14](#_Toc447908142)

[Csillagvárosunk alakja 14](#_Toc447908143)

[A Tejútrendszer fejlődése 15](#_Toc447908144)

[Fogyatkozások 15](#_Toc447908145)

[A fogyatkozások jellemzői 15](#_Toc447908146)

[A naprendszer 16](#_Toc447908147)

[A Naprendszer 16](#_Toc447908148)

[A Nap és bolygói 17](#_Toc447908149)

[A Naprendszer kialakulása 17](#_Toc447908150)

[A Bode-szabály 17](#_Toc447908151)

[A holdak 17](#_Toc447908152)

[Csillagunk: a Nap 18](#_Toc447908153)

[A Nap kémiai összetétele 18](#_Toc447908154)

[A Nap megfigyelése 18](#_Toc447908155)

[A Nap belső felépítése 18](#_Toc447908156)

[A Nap sugárzása 19](#_Toc447908157)

[A Nap: egy aktív csillag 19](#_Toc447908158)

[Napfoltok 19](#_Toc447908159)

[Protuberanciák 20](#_Toc447908160)

[A napkorona 20](#_Toc447908161)

[A napszél 20](#_Toc447908162)

[A Merkúr 20](#_Toc447908163)

[Általános jellemzők 21](#_Toc447908164)

[A bolygó belső felépítése 21](#_Toc447908165)

[A Merkúr megfigyelése 21](#_Toc447908166)

[Holdunkéhoz hasonló felszín 21](#_Toc447908167)

[A Vénusz 22](#_Toc447908168)

[Általános jellemzők. 22](#_Toc447908169)

[A bolygó belső felépítése 22](#_Toc447908170)

[A Vénusz felfedezése 22](#_Toc447908171)

[A Vénusz légköre 23](#_Toc447908172)

[A Föld: a különleges bolygó 23](#_Toc447908173)

[Általános jellemzők 23](#_Toc447908174)

[A Föld eredete 23](#_Toc447908175)

[A Föld pusztulása 24](#_Toc447908176)

[A Föld felépítése 24](#_Toc447908177)

[Bolygónk belső szerkezete 24](#_Toc447908178)

[A Földkéreg 25](#_Toc447908179)

[A földkéreg aktivitása 25](#_Toc447908180)

[A Föld: a kék bolygó 25](#_Toc447908181)

[A vízburok 25](#_Toc447908182)

[Tengerek és óceánok 26](#_Toc447908183)

[A légkör 26](#_Toc447908184)

[Az állandóan változó környezet 26](#_Toc447908185)

[Az atmoszféra szerkezete 26](#_Toc447908186)

[A Föld mozgásai 27](#_Toc447908187)

[Tengely körüli forgás 27](#_Toc447908188)

[Napi mozgás 27](#_Toc447908189)

[Évszakok 27](#_Toc447908190)

[Napfordulók és napéjegyenlőségek. 28](#_Toc447908191)

[A Föld és a világűr 28](#_Toc447908192)

[Meteoritbecsapódások 28](#_Toc447908193)

[A becsapódások következménye 28](#_Toc447908194)

[Az árapályjelenség 28](#_Toc447908195)

[A napszél 29](#_Toc447908196)

[A sarki fény 29](#_Toc447908197)

[A Hold: égi kísérőnk – és meghódítása 29](#_Toc447908198)

[Általános jellemzők 29](#_Toc447908199)

[A Hold belső szerkezete 30](#_Toc447908200)

[A Hold kialakulása 30](#_Toc447908201)

[A Hold fényváltozásai 30](#_Toc447908202)

[A Hold felszínformái 31](#_Toc447908203)

[Holdtengerek 31](#_Toc447908204)

[Kráterek 31](#_Toc447908205)

[A Hold Föld felőli oldala 31](#_Toc447908206)

[A Hold túlsó oldala 32](#_Toc447908207)

[A Mars 32](#_Toc447908208)

[Általános jellemzők 32](#_Toc447908209)

[A bolygó belső felépítése 32](#_Toc447908210)

[A Mars Holdjai 33](#_Toc447908211)

[Porviharok 33](#_Toc447908212)

[Mars: lakható bolygó? 33](#_Toc447908213)

[Marslakók 33](#_Toc447908214)

[Űrállomás a Marson? 33](#_Toc447908215)

[A kisbolygóövezet 34](#_Toc447908216)

[A szellembolygó 34](#_Toc447908217)

[A kisbolygók eredete 34](#_Toc447908218)

[A Jupiter 34](#_Toc447908219)

[Általános jellemzők 35](#_Toc447908220)

[Kémiai összetétel 35](#_Toc447908221)

[A Jupiter holdjai 35](#_Toc447908222)

[A Szaturnusz 35](#_Toc447908223)

[Általános jellemzők 36](#_Toc447908224)

[Kémiai összetétel 36](#_Toc447908225)

[A Szaturnusz holdjai 36](#_Toc447908226)

[Az Uránusz 37](#_Toc447908227)

[Általános jellemzők 37](#_Toc447908228)

[Kémiai összetétel 37](#_Toc447908229)

[Az Uránusz gyűrűi 37](#_Toc447908230)

[Az Uránusz holdjai 37](#_Toc447908231)

[A Neptunusz 38](#_Toc447908232)

[Általános jellemzők 38](#_Toc447908233)

[A Plútó 38](#_Toc447908234)

[Általános jellemzők 38](#_Toc447908235)

[Az Univerzum felfedezése 39](#_Toc447908236)

[A régi idők híres csillagászai 39](#_Toc447908237)

[Arisztotelész 39](#_Toc447908238)

[Hipparkhosz 40](#_Toc447908239)

[Eratoszthenész 40](#_Toc447908240)

[Klaudiosz Ptolemaiosz 40](#_Toc447908241)

[Ptolemaiosz földközpontú világképe 40](#_Toc447908242)

[Az új idők csillagászai 40](#_Toc447908243)

[Nikolausz Kopernikusz 41](#_Toc447908244)

[Johannes Kepler 41](#_Toc447908245)

[Galileo Galilei 41](#_Toc447908246)

[A csillagok fénytani elemzése 42](#_Toc447908247)

[Távcsövek és egyéb csillagászati eszközök 42](#_Toc447908248)

[Hogyan számolhatjuk meg a csillagokat? 42](#_Toc447908249)

[Binokulárok 42](#_Toc447908250)

[Csillagászati távcsövek 42](#_Toc447908251)

[A távcső 43](#_Toc447908252)

[Modern távcsövek 43](#_Toc447908253)

[Rádiótávcsövek és spektrométerek 43](#_Toc447908254)

[Rádiótávcsövek 43](#_Toc447908255)

[Spektrométerek 44](#_Toc447908256)

[Interferométerek és radarok 44](#_Toc447908257)

[A csillagászat története 44](#_Toc447908258)

[Babilónia 44](#_Toc447908259)

[Kína 44](#_Toc447908260)

[India 45](#_Toc447908261)

[A prekolumbiánus Amerika csillagászai 45](#_Toc447908262)

[A görög csillagászat 45](#_Toc447908263)

[Kopernikusz, Kepler és Galilei 45](#_Toc447908264)

[A modern csillagászat 46](#_Toc447908265)

[Űrkutatás 46](#_Toc447908266)

[Az első kísérletek 46](#_Toc447908267)

[Kínai petárdák 46](#_Toc447908268)

[„Verne Gyula” (1828-1905) 46](#_Toc447908269)

[„Az űrkutatás atyja” 47](#_Toc447908270)

[Esnault-Pelterie és Goddard 47](#_Toc447908271)

[Von Braun és Oberth 47](#_Toc447908272)

[Az Űrverseny 48](#_Toc447908273)

[Hogyan működik az űrrakéta? 48](#_Toc447908274)

[Az űrverseny kezdete 48](#_Toc447908275)

[Az első mesterséges hold 48](#_Toc447908276)

[Az első élőlény a világűrben 49](#_Toc447908277)

[Majmok és patkányok a világűrben 49](#_Toc447908278)

[Emberek a világűrben 49](#_Toc447908279)

[Jurij Gagarin 49](#_Toc447908280)

[John Glenn 50](#_Toc447908281)

[A Mercury-program 50](#_Toc447908282)

[Az Apollo-program 50](#_Toc447908283)

[Az űrverseny áldozatai 50](#_Toc447908284)

[Felkészülés a hold-utazásra 50](#_Toc447908285)

[Holdra szállás 51](#_Toc447908286)

[Úti cél a Hold 51](#_Toc447908287)

[A sorsdöntő repülés 52](#_Toc447908288)

[A történelmi lépés 52](#_Toc447908289)

[A világűr felfedezése 53](#_Toc447908290)

[A bolygók meghódítása 53](#_Toc447908291)

[Élet a Marson? 53](#_Toc447908292)

[Nemzetközi együttműködés 53](#_Toc447908293)

[Űrlaboratóriumok és űrállomások 54](#_Toc447908294)

[A Nemzetközi Űrállomás 54](#_Toc447908295)

[Az űrkutatás jövője 54](#_Toc447908296)

[Hosszú távú tervek 54](#_Toc447908297)

[Oly közel és mégis oly távol 55](#_Toc447908298)

[Űrbázis a Holdon 55](#_Toc447908299)

[Űrhajósok 55](#_Toc447908300)

[Űrruhák 56](#_Toc447908301)

[Élet az űrhajón 56](#_Toc447908302)

[Nem mindennapi kiképzés 57](#_Toc447908303)

ISBN 963 684 183 7

Holló és Társa Könyvkiadó, eredeti spanyol címe: Atlas de Astronomia

Kiadás éve 2001

# Bevezetés

Csillagászat

Az a tudomány, melyet csillagászatnak nevezünk, a világűr égitesteinek tanulmányozását tűzte ki céljául, emellett pedig a Földünkön kívüli valamennyi jelenséggel foglalkozik. Napjainkban a csillagászat fejlett technológiát alkalmaz, bonyolult matematikai számításokat igényel, és magában foglalja az űrkutatást is. És természetesen ez a tudomány is hatalmas utat tett meg a kezdetektől…

Az első csillagászok 5000 évvel ezelőtt éltek Mezopotámiában. Papok voltak, akik az égbolt jelenségein elmélkedtek, és próbálták megjósólni a nap- és holdfogyatkozásokat. Meghatározták a Hold fényváltozásainak időtartamát, továbbá az évszakokat – amit azelőtt még sohasem mértek, noha elsődleges szerepet játszott az emberek életében – és hozzájárultak az adott kor mezőgazdaságának fejlődéséhez. Az igazi előrelépést az a felfedezés jelentette, hogy szoros kapcsolat van a földeken végezhető munkák és az évszakok körforgása között, és a változások előre jelezhetők. Ezek a csillagász-papok azonban nem ismerték az égbolt jelenségeit mozgató erőket, és úgy hitték, isteneik irányítják azokat. A csillagászat tehát a vallással és a mitológiával együtt, ezektől elválaszthatatlanul alakult ki.

Az ókori görögök, akik – mai ismereteink szerint – a csillagászatot a tudomány rangjára emelték, szintén tanulmányozták az eget, és ki is gondoltak egy magyarázatot a fogyatkozások titokzatos jelenségére. Ezenkívül az égitestekkel kapcsolatos számításaik során előszőr határozták meg pontosan a Föld sugarát.

Tizenőtmilliárd év telt el az ősrobbanás, a világegyetem formálódásának kezdete óta.

Az ókor más népei, mint az indiaiak és az egyiptomiak hasonló okok miatt szánták rá magukat e tudományág művelésére. Megfigyeléseit és számításait felhasználva Ptolemaiosz egy olyan világképet hozott létre, amelynek középpontjában a Föld áll, és körülötte keringenek a bolygók és más égitestek. Ez az elmélet szigorú dogmaként élt közel 1500 éven keresztül.

A középkori Európa csillagászatában nem történt fejlődes, ezzel szemben Amerikában az azték csillagászok nagyon pontos megfigyeléseket végeztek az égbolton: ez lehetővé tette egy viszonylag pontos naptár megalkotását, matematikai számításaik pedig megadták az égitestek látszólagos helyzetét. A 16. század elején a helyzet megváltozott. Kopernikusz 25 év megfigyelései során arra a következtetésre jutott, hogy nem a Föld, hanem a Nap van a világegyetem középpontjában. Ez a forradalmian új gondolat a modern csillagászat születését jelentette.

Modern Csillagászat

Kopernikusz idejében az égbolt állandó vizsgálódás alatt állt, és a tudományos hipotézisekhez új eszközök, találmányok is születtek. A távcsövek végül lehetővé tették a pontos megfigyeléseket. A legnagyobb csillagászok ezekből az időkből Tycho Brahe, Kepler, Galilei és Newton, akik a kopernikuszi elmélet elfogadásával nagymértékben hozzájárultak a geocentrikus (földközéppontú) világkép elvetéséhez. Az égbolt megfigyeléséhez használt eszközök tökéletesítésével új égitesteket, közöttük bolygók holdjait fedezték fel és üstökösök pályáját számították ki. Aztán lehetővé vált a Naprendszer bolygóinak pontos pályaszámítása, és megkezdődött más bolygórendszerek kutatása. Hasonló módon helyezte el a csillagászat Földünket a táguló univerzumban, miközben távoli világok sokaságát fedezte fel.

Látni fogjuk, milyen is a mi Naprendszerünk, meglátogatjuk a kilenc ismert bolygót (beleértve Földünket), ezenkívül a Holdat és a kisbolygók övezetét. Az űreszközök több égitesthez eljutottak, és a Holdról, valamint a Marsról már talajmintákat gyűjtöttek.

Az üstökös egy jól látható, feltűnő viselkedésű égitest – aNaprendszer vándora.

Ennek eredményeként a 20. század utolsó harmadára olyan adatok váltak ismertté, melyek megszerzése évszázadokkal ezelőtt teljesen lehetetlennek tűnt.

A mi Naprendszerünk azonban nem az egyetlen naprendszer, és csillagunk, a Nap is csak egy közepes méretű égitest galaxisunk szélén: és ez a “csillagváros” is csak egy a számtalan között, mely a világegyetemet felépíti. A csillagászat a kicsiny kék bolygónkon kívül található valamennyi égitestet és jelenséget tanulmányozza: az üstökösöket, galaxisokat, csillagködöket, törpe csillagokat, szupernóvákat – és a rejtélyes fekete lyukakat.

A Naprendszer kilenc bolygója, balról jobbra haladva: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz, Plútó.

Csillagászati eszközök

A hivatásos csillagászok nagy teljesítményű számítógépeket használnak a számításokhoz, a bonyolult matematikai képletekhez és az elméletek megalkotásához: ugyanígy hatalmas távcsövekre van szükségük a viágűr megfigyeléséhez. Az amatőr csillagászok különösebben bonyolult eljárások alkalmazása nélkül is tanulmányozhatják az eget a jobb nagyítású binokulároktól (vadászcsövektől) – melyekkel láthatók a Hold-felszín nagyobb részletei – a kisebb csillagászati távcsövekig, amelyekkel észlelhető néhány távolabbi galaxis is. Ez mind elegendő ahhoz, hogy bárki hobbiból foglalkozzon a csillagászattal.

A fentieken kívül a csillagászati távcsövek – más néven optikai berendezések – alkalmasak az égitestek, a csillagok által kibocsátott sugárzás észlelésére. A rádióhullámok és egyéb elektromágneses tartományok új területeket nyitottak meg a tudomány számára. Így jelenleg a legtöbb csillagászati obszervatóriumban – ahol a távcsöveket használják – a rádióhullámokat is észlelik, melyek az univerzum legtávolabbi területeiről érkeznek, és akár évmilliókba is telhet, míg elérik a Földünket. A csillagászatnak ezt az ágát rádiócsillagászatnak nevezik: ez lehetőséget ad a csillagászoknak és a tudósoknak a hagyományosan alkalmazott optikai távcsövekhez képest távolabbi világok elérésére.

Abban a fejezetben, melzet az eszközök bemutatására szántunk, figyelmet szentelünk a híres csillagászoknak is, akik évszázadokon kereszül végezték megfigyeléseiket, megalkottás és bizonyították elméleteiket, hogy még teljesebb képet alkothassunk napjaink világegyeteméről.

Ember alkotta mesterséges hold, mely lehetőséget nyújt a világűr még eredményesebb tanulmányozására és a földi hírközlés kiterjesztésére.

Űrkutatás

Az űrkutatás a legkülönfélébb tudományterületek együttese, mely elsődlegesen a Földön kívüli űrutazásra összpontosít. Alig több mint fél évszázados múltra tekint vissza, ennek ellenére félelmetes méretekben gyarapította csillagászati tudásunkat, és sokban hozzájárult mindennapi életünk jelentős fejlődéséhez.

Néhány esetben az űrkutatás látványos, mint a Holdra szállás képei vagy a Mars felszínéről sugárzott felvételek, máskor alig érzékeljük, hogy teszi életünket könnyebbé. Ez eslősorban a hírközlés területére vonatkozik. Napjainkban a televíziós adások a Föld körül keringő mesterséges holdaknak köszönhetően bolygónk minden részére eljutnak. A meteorológiai előrejelzés sokkal pontosabban és valós térképeken mutatja be az időjárási frontok helyzetét, mozgását a meteorológiai holdak fényképei alapján. A mobiltelefonokat, melyek hétköznapi eszközzé váltak, a Föld bármely pontján használhatjuk, ugyancsak a távközlési műholdak segítségével. Átélhetjük az első mesterséges égitestek világűrbe való felbocsátásának sikereit és kudarcait. Minden egyes kísérlet tanulsággal szolgált a további előrelépéshez. Alig több mint egy évtized telt el az első ember alkotta mesterséges hold és az első ember Holdra lépése között; ez elképesztően rövid idő, ha azokra az évszázadokra gondolunk, melyek során összegyűlt a tudás, ami lehetővé tette az űrutazást.

Az űrkutatás továbbfejlődéséhez a korábbiaknál jóval nagyobb éds erősebb űrhajókra van szükség: az űrrepülőgépek a földi űrbázisról a bolygónk körül keringő űrállomásra szállítják majd az űrhajósokat, akik hónapokig tartózkodnak ott, megfigyeléseket és kísérleteket végeznek, hogy előkészítsenek egy hosszabb űrutazást.

A bolygók abban a lényeges dologban különböznek a csillagoktól, hogy nincs saját fényük. A rajz a Neptunusz belső szerkezetét mutatja: a bolygó egy kőzetmagból, egy közbülső jégrétegből és egy külső hidrogén-hélium rétegből áll.

A csillagászat és az űrkutatás jövője

Az a gyorsaság, ahogy a csillagászat és az űrkutatás fejlődése zajlik, nem könnyíti meg a jövő precíz előrejelzését, de bemutatunk majd néhány tervet, amelyre az elkövetkező években készülnek. Egy holdi űrbázis kialakítása már lehetséges, az állandóan lakott űrállomás már valóság, amelyről az újságok napi híradásaiban folyamatosan olvashatunk.

A közeli bolygókra való utazások előkészületei már javában folynak, de a legtávolabbi naprendszereken túli planéták felfedezése a még nem létező csillaghajókra vár. A tudományos fejlődés széles körű alkalmazásához tartozik, hogy már létezik jó néhány utazási ügynökség, mely megkezdte például holdi kirándulások szervezését és a Föld körül keringő hotelek és kisvárosok “helyeinek árusítását”. S bár néhány évvel ezelőtt ezek az elképzelések csak a tudományos-fantasztikus irodalomban kaptak helyet, napjainkra valósággá váltak (2001-ben vett részt űrrepülésen az első űrtúrista). Hatalmas tehát az ösztönzés az új technikai vívmányok előállítására és alkalmazására.

Valerij V. Poljakov tartja a világűrben tartózkodás rekordját 437 nappal (1993-94).

# Világűr

## A világmindenség eredete

Amióta az emberiség megjelent a Földön, kíváncsisággal fordul az őt körülvevő világ felé. Ahogy az ismeretek bővültek, a világ minden irányban kitágult, és megszületett az égbolt megismerésének vágya is. Az ég birodalmának izgalmas jelenségeire azonban minden magyarázat – vallásos vagy tudományos – új és új problémákat vetett fel. Jelenleg már nagyon közel járunk ahhoz, hogy meghatározhassuk az univerzum keletkezésének pontos elméletét.

A világegyetemet létrehozó első robbanást, az ősrobbanást “Nagy Bumm”-nak is nevezzük.

### Az Ősrobbanás (“Nagy Bumm”)

Az univerzum egy elképzelhetetlenül sűrű és nehéz anyagból állt (1), mely ezerszer sűrűbb volt, mint a Földünket felépítő kőzetek. Úgy tizenöt milliárd évvel ezelőtt egy napon ez a hatalmas anyagmennyiség felrobbant (2), és a részecskék elkezdtek minden irányba szétáramlani. Ezekből a sűrű anyagrészecskékből születtek a galaxisok (3), amelyek még mindig távolodnak egymástól, majd kialakultak a csillagok és más égitestek. A galaxis tartja össze a részeket és kiterjedt rendszert alkot, mely csillagok milliárdjaiból áll. E csillagok együtt száguldanak a térben, és egyre távolabbra kerülnek a többi galaxistól (4).

Az ősrobbanás pillanatától a világegyetem hőmérséklete egyre csökkent; ez érvényes a tágulási sebességére is.

### A probélma egyidős az emberiséggel

Amikor a régmúlt korokban az éjszakai csillagos égboltot és annak lassú mozgását fürkészték, arra voltak kíváncsiak, hol lehetnek ezek a fénylő pontok, és miért mozognak. Azt gondolták, hogy a bolygónk egy lapos korong, melyet égi szférák vesznek körül, az égitestek pedig ezekhez az átlátszó kristályfelületekhez vannak erősítve: az egyiken a csillagok, a másikon a bolygók, a harmadikon a Nap és egy következő szférán a Hold helyezkedik el. Az 5000 évvel ezelőtt elérhető ismeretek alapján ez az elképzelés “helytálló” volt, még akkor is, ha ma már teljes képtelenségnek tűnik.

A világ titokzatos születésének kérdésére a választ az ősi idők embere a “teremtők” személyében találta meg. Ezek a természetfeletti istenek jelennek meg a görögöknél, a sumeroknál, illetve egy istenként a zsidó vallásban, később a kereszténységben és az iszlámban. Az istenek iránti hűségből piramisokat, szentélyeket, emlékműveket emeltek, ahonnét a papok próbáltak kapcsolatot teremteni az égiekkel.

### A világűr felfedezése és az univerzum

300 000 évvel a “Nagy Bumm” után az univerzum kellően lehűlt ahhoz, hogy kialakuljanak az első atomok.

A műholdakkal és az űrállomásokkal lehetővé vált a világegyetem megfigyelése a földi légkör zavaró hatásai nélkül. A mai űrtávcsövek szolgáltatják azokat a nagyon értékes információkat, amelyek lehetővé teszik a legújabb elméletek megerősítését. A gigászi ősrobbanás összes anyaga szétterjedt, és folyamatosan távolodik, de elérkezik az idő, amikor a folyamat megfordul, és az univerzum égitestei összetartanak, amikor is egy még a kezdetinél is sűrűbb, kompaktabb anyag formálódik. Aztán ez újra felrobban – új galaxisokat és csillagokat alkotva. Ez a pulzáló univerzum modellje.

A becslések szerint nyolcvan milliárd évnek kell eltelnie az ősrobbanástól ahhoz, hogy a világegyetem zsugorodni kezdjen.

Hőmérséklet

A világegyetem távoli pontjainak hőmérsékletére a bennünket elérő sugárzás mérési adataiból következtethetünk. A csillagok belsejében a legmagasabb, a köztük levő űrben a legalacsonyabb a hőmérséklet.

## A világegyetem törvényei

A Hold kering a Föld körül, bolygónk pedig kering a Nap körül. Ennek a jelenségnek az oka a tömegvonzás, ami összetartja a csillagok anyagát, a galaxisokat, és mozgatja az üstökösöket a pályájukon, melyeket számításokkal meg lehet határozni. Az égi testek mozgása a világűrben az égi mechanika törvényeivel van összhangban.

### Kepler törvényei

Régen úgy gondolták, hogy a világegyetem középpontjában a mozdulatlan Föld áll, és körülette keringenek az égitestek. A 16. században Kopernikusz forradalmasította a csillagászatot, amikor kijelentette, hogy a Nap van a világmindenség középpontjában, körülötte keringenek a bolygók a Földdel együtt. Állítását azonban nem tudta igazolni. Kepler volt az, aki a 17. században felismerte az égitestek mozgásának mechanizmusát. Sok-sok megfigyelés, adat és matematikai számítás alapján kijelentette, hogy a bolygók egy elipszis alakú pályán keringenek a Nap körül, és három törvényben határozta meg szabályszerűségeiket.

Első törvény

Minden bolygó olyan ellipszis alakú pályán kering, melynek egyik gyújtópontjában a Nap áll.

Második törvény

A bolygók napközeli pályaszakaszukon gyorsabban, naptávolban lassabban keringenek.

Harmadik törvény

A Naphoz közeli bolygók rövidebb, míg a Naptól távolabbiak hoszabb idő alatt végeznek egy keringést központi csillagunk körül.

A naprendszer bolygói egy ellipszispályát írnak le a Nap körül.

### A tömegvonzás törvénye

A 17. században Newton adott magyarázatot arra, hogy miért keringenek a bolygók ellipszispályán a Nap körül. Kijelentette azt is, hogy a fáról leeső almára ugyanaz a Földbelsőből származó erő (gravitáció) fejti ki hatását, amely minden testet mozgat. Megerősítette, hogy ez a jelenség nem csak a Földünkön, hanem az összes égitesten is érvényesül. Ennek eredményeként a Nap vonzást gyakorol a Földre, és a Föld is vonzza a Napot (de sokkal kisebb erővel). A Nap azonban nem tudja beszippantani a Földet, mert egy másik erőnek (a keringésnek köszönhetően) kiegyenlítő hatása van. A két erő eredője alkotta pontok hozzák létre bolygónk pályáját (Föld-pálya), amelyen a Földünk megkerüli a Napot. Ugyanez történik a többi bolygó esetében is.

Az egyetemes tömegvonzás törvényének képlete:

ahol F a két test között fellépő erő, m és m’ a testek tömege, r a köztük levő távolság, G egy állandó érték (Gravitációs állandó).

Galaxisok, csillagködök és bolygórendszerek a fennmaradásukat a gravitációs erőnek köszönhetik.

Egyetemes gravitációs törvény: két test vonzást gyakorol egymásra úgy, hogy a fellépő erő egyenesen arányos a tömegeikkel és fordítottan arányos a köztük levő távolság négyzetével.

## Üstökösök

Az üstökösök a világűr talán leglátványosabb jelenségei. Néhány közölük szabályos időközönként jelenik meg, míg mások csak több évszázad múltán, vagy csak egyetlenegyszer életükben. Az üstökösök a naprendszer nagy utazói. Amikor a Nap közelébe érnek, hosszú fényes csíkot húznak maguk mögött, amit csóvának nevezünk.

### Száguldó jégtömbök

Az üstökösök, ahogy a Földről szabadszemmel megfigyelhetjük őket, egy magot körülvevő fényes fejből és leggyakrabban a fejhez tartozó csóvából állnak. A mag kőzeteit és annak darabjait jég fogja össze. Az üstökös magját – melynek átlagos átmérője 10 km, de léteznek ennél jóval nagyobbak is – egy porból és gázokból álló hatalmas kiterjedésű burok, a kóma veszi körül. Az üstökös csóvájának gáz- és poranyaga a kómából származik, és a napszél hatására nyúlik el hosszan, amikor az üstökös a Nap közelében tartózkodik. Nem minden üstökösnek van csóvája; a túlzottan kisméretű (és a sokszor Napközelben járt) üstökösnek nincs a csóva kialakulásához elegendő por- és gázmennyisége.

Az üstökös csóvája mindig a Nappal ellentétes irányba mutat, és legnagyobb hosszát akkor éri el, amikor elhalad a Nap mellett – ilyenkor a legnehezebb megfigyelni Földünkről.

Egy hosszú csóva

Az üstökös feje mögötti csóva akár több százmillió kilóméter hosszan is elnyúlhat. A leghosszabb ismert csóvát 1843-ban figyelték meg, mely az égbolt felét betöltötte.

Az üstökösökben levő jég főként metánból, ammóniából, szén-dioxidból és vízből áll.

Amikor egy üstökös (1) megközelíti a Napot, és megkerüli azt (3), a csóva (4) mindig a Nappal ellentétes irányba (2) mutat.

### Meteorzáporok

Amikor egy üstökös csóvája közel kerül a Földünkhöz, egy látványos jelenség játszódik le, amit meteorzápornak nevezünk. Hatalmas számú hullócsillag – a megszokottnál sokkal több – látható az esti égbolton. A csóvából származó por és gázrészecskék elpárolognak, amikor a bolygónk légkörébe érnek, de mielőtt eltűnnének, elhagyják azt a fénycsíkot, melyet mi hullócsillagként látunk. Minden meteor, amely ütközik a légkörrel, és hullócsillagként felvillan, megsemmisül. Néhány meteorzápor meghatározott időpontban következik be abból adódóan, hogy Földünk keresztezi egy üstökös egykori pályáját.

A Shoemaker-Levy 9 üstökös 1993-ban a Jupiter közelében haladt, és a bolygó tömegvonzása húsz nagyobb darabra szakította szét.

Bolygónkon a legnagyobb meteorzápor 1872. december 27.-én zajlott, amikor a Föld keresztül haladt a kettétört Biela üstökös csóváján.

A Halley-üstökös legutóbb 1986-ban járt a Föld közelében, aztán 1993-ban összeütközött néhány égitesttel, s ennek eredményeként mérete megnőtt. Legközelebb 2062-ben közelíti meg bolygónkat, ekkor talán láthatóak lesznek az ütközés következményei.

A legfontosabb meteorrajok:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Név | Gyakoriság (Felvillanások száma) | Időpont (A láthatóság napja) |
| Quadrantidák | percenként 3 | január 3. |
| Akvaridák | percenként 2 | május 4. |
| Perseidák | percenként 5 | augusztus 12. |
| Geminidák | percenként 5 | december 13. |

## Csillagok: mi jellemző rájuk, és hogyan alakultak ki?

A csillagok izzó gázgömbök, melyek a világűrben majdnem mindenütt jelen vannak, jó néhány közülük csoportokat alkot. Az óriási méretű csillagokat az éjszakai égbolton kicsiny fénypontokként láthatjuk. Némelyik csillag fényesebb a többinél, de ez csupán a látszat, mert a fényesség attól is függ, hogy hol, milyen távol van az égitest. A csillagok nem maradnak mindig ugyanolyanok, születnek, fejlődnek és elpusztulnak. Néhány csillagnak bolygói vannak, melyek körülötte keringenek.

### Fényesség és méret

Amikor éjszaka figyeljük a csillagokat, némelyek fényesebbnek látszanak a többinél – de ez csak az, ahogy mutatják magukat. A csillagok látszó fényessége, melyet érzékelünk, függ a méretüktől – ami a valódi fényességük meghatározó tényezője – és a tőlünk való távolságától. Így egy nagy abszolút fényességű hatalmas csillag, mely távol van tőlünk, sokkal halványabbnak látszik, mint egy kisméretű közeli társa. Ennek az az oka, hogy minden csillagnak van látszó fényessége (a fényesség, melyet megfigyelünk), és van abszolút fényessége (ugyanazon csillag látszó fényessége 32,6 fényév távolságból nézve).

Egy holdfénymentes éjjelen városi fényektől, településektől távol szabad szemmel mintegy 3000 csillagot láthatunk. Egy kis távcsővel viszont akár 300 000 csillagot is megfigyelhetünk.

### A csillagok színe

Ha alaposan figyelünk, észrevesszük, hogy a csillagok nem egyforma színűek. Korábban a csillagokat színük alapján – vörös, narancs, sárga és fehér – négy csoportba sorolták. A csillagok színét hőmérsékletük határozza meg. A legforróbb csillagok fehérek, a legkevésbé forróak vörös színűek. Ez ahhoz hasonló, mint amikor egy darab acélt hevítenek a tűzben: először vörös színű lesz, majd a hőmérséklet növekedésével megváltoztatja színét, a vakító kékesfehérig. Ma a csillagászok hét fő típust különböztetnek meg a csillagok hőmérséklete alapján.

A csillagok színképtípusai

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Típus | Szín | Hőmérséklet (°C) |
| O | kék | 30000-35000 |
| B | kékesfehér | 25000-30000 |
| A | fehér | 10000-25000 |
| F | sárgásfehér | 7000-10000 |
| G | sárga | 5500-7000 |
| K | narancs | 4000-5500 |
| M | vörös | 3000-4000 |

A nagy teljesítményű csillagászati távcsövek +22 magnitúdóig érzékelik a csillagokat, és hárommilliárd égitestet is képesek befogadni.

### Egy csillag születése

A világűr tele van az elemek és anyagok apró szétszórt részecskéivel. Mindez kozmikus por formájában van jelen. Sok helyen köbkilométerenként csak három atom található, míg másutt kettő mennyiségű anyag áll rendelkezésre ahhoz, hogy fokozatosan egy pont köré sűrűsödjön. Csillagok akkor keletkeznek, ha kellő mennyiségű kozmikus anyag halmozódik fel egy pontban. Amikor az anyag elér egy kritikus tömeget, a csillag kezdi felmelegíteni a belsejét, ahol a hőmérséklet elérheti a több millió fokot. Ekkor a csillag elkezd fényt sugározni, és azt érzékeljük, hogy a csillag megszületett.

Összehúzódás

A fiatal csillagok szabálytalan összehúzódásaik során hatalmas mennyiségű részecskét löknek ki a környezetükbe – hasonlóan a napszél jelenségéhez.

Ha egy fiatal csillagnál hosszú ideig áll fenn a szabálytalan összehúzódási folyamat, gyorsan elfogy az energia készlete, és néhány millió év alatt kihuny.

### Fejlődés és pusztulás

Egy csillag belső magja elsődlegesen hidrogénből áll, amely üzemanyagként tartja aktív működésben az égitestet. Amikor a hidrogén jelentős része elfogy, a csillag kezd visszafejlődni.

Megkezdődik a zsugorodás, és az atomok közötti kötés felbomlik; a csillag olyan lesz, mint egy „elektronleves”, mely atommagokat tartalmaz. Ezen a ponton a csillag jelentős felfénylést mutat, de egyben megkezdődik a lehűlés. E fázisban a csillagnak a hélium (mely sokkal kisebb mennyiségben van jelen) az üzemanyaga.

Az utolsó felvonás szintén „robbanásszerű”: egy újabb felfénylés, mielőtt a csillag széthullik csillagközi anyagfelhővé – csakúgy, mint egy robbanás utáni füstfelhő.

A kis tömegű csillagok olyan forróak, mint a nagyok, ezért sokkal lassabban és tovább „égnek”.

## Csillagok: A kémiai elemek gyáraitól a fekete lyukakig

Az egész univerzum sok-sok nagyon fontos jelensége a csillagok belsejében játszódik le. Ezek magukban foglalják a kémiai elemek gyártását, az anyag keletkezését, más szavakkal a magfúziót. Szintén a csillagokból, származnak az univerzum legtitokzatosabb jelenségei, a hírhedt fekete lyukak.

### A kémiai elemek

Valamennyi bolygó, a kőzeteik, a levegő, az élő szervezetek – mind-mind kémiai elemekből épülnek fel. Sok elem önmagában jelenik meg, mint például az oxigén, legkörünk fő alkotórésze, melyet belélegzünk (két oxigén atom kapcsolódik össze); ugyanakkor az elemek egyesülnek, hogy vegyületeket alkossanak, például a vizet (melyet két hidrogén- és egy oxigénatom alkot). A hidrogén a legegyszerűbb elem, melyet a hélium követ. Ez a két elem a leggyakoribb az egész világegyetemben. Ezek voltak az első atomok, melyek kialakultak. Az összes többi elem a kémiai elemek gyáraként működő csillagok belsejében keletkezik.

A héliumatom része az atommag, mely két protonból és két neutronból áll, ezek körül kering a két elektron.

A hidrogénatom mindössze egy protonból és a körülötte mozgó elektronból áll.

A szénatom magjában hat proton és hat neutron található. Ezek az elemek a csillagok belsejében formálódtak (és formálódnak most is).

### A csillagok belső energiatermelő rendszere

Amikor az égboltot nézzük, a csillagokat parányi fénylő pontokként látjuk. A fény: energia, mely magfúziós folyamatok során a csillagok belsejében keletkezik. A fúzióban egyesülő két vagy több atom egy új atomot hoz létre, melynek tömege valamivel kisebb, mint az egyesülésben részt vevő atomok összes tömege. Ennek eredményeként fölösleges anyag marad hátra, mely energiává alakul; az energia fénnyé alakulva távozik a csillagról, ezt a fényt láthatjuk Földünkről.

Magfúzió

A tudósok azzal próbálkoznak, hogy itt a Földön magfúzióval állítsanak elő energiát – a jelenleg használt és veszélyes hulladékokat termelő atomerőművek felváltására.

Négy proton fúziója hoz létre egy héliumot és egy kis mennyiségű energiát.

### Fekete lyukak

Az univerzum nagyon távoli részeit elérve bizonyos területeken a csillagászok nem láttak semmit a távcsövek képmezőiben. A számítások azonban minidig jelezték, hogy az ilyen helyeken is lennie kell valaminek. Ezeket a területeket, ahol a képen nem látszik semmi, a tudósok fekete lyukaknak nevezték el. E relytéjes helyeket, nagyfokú érdeklődés kíséri; felfedezték, hogy a fekete lyukak belsejében protoncsillagok vannak, melyek sűrűsége olyan nagy, hogy képes ott tartani minden energiát, még a fényt is.

A nagyon távoli fekete lyukakat nem lehet közvetlenül megfigyelni, csak a hatásaik láthatók.

A fekete lyuk tömege többszörösen nagyobb Napunk tömegénél, átmérője viszont mindössze néhány kilométer.

A szökési sebesség a fekete lyuk felszínén nagyobb, mint a fénysebesség.

## A csillagok osztályozása

Bár elméletileg minden csillag hasonló, igen különbözőek lehetnek a koruktól, a méretüktől és a fejlődésüktől függően; így különböző osztályokba sorolhatók. Az amatőr csillagászok is sokat megfigyelhetnek közölük kis távcsöveikkel. A legjellemzőbb típusok a kettős csillagok, a változó csillagok, a nóvák, a szupernóvák, a pulzárok és a kvazárok.

### Kettős csillagok

A világűr sok pontján vannak csillagok, amelyek közös tömegközéppontjuk körül keringenek. Ezek a kettős csillagok. Keletkezésük a közönséges csillagokéval azonos, a kozmikus anyag összesűrűsödéséből két csillag formálódik.

### Változó csillagok

Vannak olyan csillagok, melyek nem ragyognak mindig ugyanazzal a fényességgel, de a fényváltozás szabályos időközönként ismétlődik, periódusa néhány naptól vagy hónaptól akár több évig is tarthat. Ezek a változó csillagok; fényük miatt térnek el a többi csillagtól, belselyükben rendellenes változások mennek végbe. A változó csillagok másik típusa, amkor egy kettős rendszer csillagként keringenek egymás körül, és a két eltérő fényességű égitest folytonosan elfedi egymást.

Amikor egy szupernóva felrobban, az anyag egy része felhő formájában száguld az űrben.

### Nóvák

Néha vörös törpe és fehér óriás csillag alkot kettős rendszert, ahol a törpe csillag nagy vonzereje hidrogént húz át az óriás csillagtól, ez a többlet üzemanyag okozza a törpe csillag néhány órás erős felfényesedését. A törpe csillag hirtelen felfénylése a nóva jelenség.

### Szupernóvák

A csillagok életük utolsó szakaszában vörös színűek. Az óriások látványosan felrobbannak, melynek eredményeként fényük több ezerszeresére nő. A robbanás azt a tényt igazolja, hogy nincs elegendő hidrogén a magfúzióhoz és új, nehezebb elemek képződtek. A hatalmas tömegű csillag összeomlik, és ezt követően felrobban – szétszórva anyagát az űrben.

### Pulzárok

A pulzárok neutroncsillagok, melyek az életük végén felrobbanó óriás csillagból keletkeznek. Nagy sebességgel forognak (600 fordulat másodpercenként), és mágneses terük erős elektromágneses hullámokat kelt. E hullámok szabályos időközönként ismétlődő impulzusként érik el Földünket, innen ered a pulzár elnevezés.

A fényév az a távolság, amit a 300 000km/mp sebességű fény egy év alatt megtesz.

A pulzárokat nagyon erős mágneses mező veszi körül.

### Kvazárok

Az első kvazárokat az 1960-as években fedezték fel. Ezek a nagyon távoli objektumok az elektromágneses sugárzás forrásai. Úgy gondolják, a kvazárok a legtávolabbi égitestek, melyek megközelítőleg 250 000 km/másodperc sebességgel mozognak; lehetnek a formálódó galaxisok központi magjai vagy a fekete lyukak centrumai.

Az északi félgömb égboltjának legfényesebb csillagai

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Név | Magnitúdó | Csillagkép (fényesség) | Távolság (fényév) |
| Arkturusz | -0,1 | Ökörhajcsár | 36 |
| Vega | 0,0 | Lant | 27 |
| Kappella | 0,0 | Szekeres | 45 |
| Prokyon | 0,4 | Kis Kutya | 11 |
| Betelgeuse | változó | Orion | 520 |

A déli félgömb égboltjának legfényesebb csillagai

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Név | Magnitúdó | Csillagkép (fényesség) | Távolság (fényév) |
| Szíriusz | -1,4 | Nagy Kutya | 8,7 |
| Canopus | -0,7 | Hajógerinc | 650 |
| Alfa Centauri | -0,3 | Kentaur | 4,3 |
| Rigel | 0,1 | Orion | 900 |
| Achemar | 0,5 | Eridánusz | 118 |

### Csillaghalmazok, csillagködök

A világűrt kitöltő anyag szabálytalan eloszlású. A bolygók és a csillagok csillagközi anyagból keletkeztek, mely kozmikus felhő formájában van jelen. A csillagok kialakulásukat követően a legritkábban jelennek meg elkülönülten, annál gyakoribb a változatos sűrűségű csillaghalmazok előfordulása. Földünkről a csillagközi anyag és a csillagtársulások szétszórt színes felhőknek látszanak.

Csillaghalmazok

A csillagok ritkán jelennek meg magányosan, gyakran alkotnak csoportokat, melyet halmaznak nevezünk. Ez is azt bizonyítja, hogy számos csillag ugyanabból a kozmikus anyagból keletkezett, amelyet a különböző pontok körüli anyag sűrűsödése okozott. Majdnem minden csillag, amely egy csillaghalmazt alkot, azonos korú, és azonos sebességgel mozog a világűrben. A halmazoknak két fő típusuk van: azokat, melyekben a csillagok elszórtan helyezkednek el, nyílt halmazoknak, azokat ahol több ezernyi, egymáshoz közeli csillagcsoport tömörül gömbszerűen, gömbhalmazoknak nevezzük.

A gömbhalmazok Földünktől 20 000-100 000 fényév közötti távolságban találhatók, és nagyon idős csillagokból állnak.

Az egyik leghíresebb nyílt halmaz a Pleiadok (Fiastyúk) a Bika csillagképben.

Nyílt halmazok a Földünktől már 5000 fényév távolságra is találhatók, ezeket viszonylag fiatal csillagok alkotják.

Néhány könnyen megfigyelhető csillaghalmaz

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Csillagkép | Név | Típus | Félgömb | Megfigyelés |
| Oltár | NGC6193 | nyílt | déli | binokulárral |
| Szekeres | M38 | nyílt | északi | binokulárral |
| Rák | M44 | nyílt | északi | szabad szemmel |
| Nagy Kutya | M41 | nyílt | déli | szabad szemmel |
| Kentaur | NGC5139 | gömb | déli | binokulárral |
| Skorpió | M7 | nyílt | déli | szabad szemmel |
| Pegazus | M15 | gömb | északi | szabad szemmel |
| Bika | M45 (Pleiadok) | nyílt | északi | szabad szemmel |
| Hajóvitorla | NGC2547 | nyílt | déli | szabad szemmel |

A Trifid köd a Nyilas csillagképben

Fényes köd az Orion csillagképben

### Csillagködök

Ezek a képződmények csillagközi porból és gázból állnak, és sűrűségüktől függően lehet – vagy nem lehet – őket megfigyelni Földünkről. Néhány közülük fényt bocsát ki, ha egy közelében levő csillag felmelegíti, mások viszont láthatatlan sötét gázokból állnak. Ugyanaz történik, amikor a csillagközi por fényt nyel el, és a láthatóvá való csillagköd addig elrejtett objektumok létezését mutatja meg nekünk.

A ködök a csillagok képződésének alapanyagai; sokféle színük eltérő hőmérsékletüknek köszönhető.

Az egyes csillagokat körülvevő gázfelhőket planetáris ködnek nevezzük.

Néhány könnyen megfigyelhető csillagköd

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Csillagkép | Név | Típus | Félgömb | Megfigyelés |
| Vízöntő | NGC7293 | planetáris | déli | binokulárral |
| Hajógerinc | NGC3372 | por | déli | binokulárral |
| Lant | M57 | planetáris | északi | kis távcsővel |
| Orion | M42 | por | déli | szabad szemmel |
| Nyilas | M20 | por | déli | kis távcsővel |
| Róka | M27 | planetáris | északi | kis távcsővel |

## Galaxisok

Az univerzum az ősrobbanás óta folyamatosan tágul. A robbanás által keletkezett anyag hozta létre a porból és gázból álló csillagközi felhőket, a csillagokat és a bolygókat. Ez az anyag és az égitestek azonban nem egyenletesen oszlanak el a világűrben, hanem társulásokba csoportosulnak. Az egyik legfontosabb csillagtársulás a galaxis, egy ilyenben található naprendszerünk is.

### Galaxis típusok

A csillagok milliárdjaiból felépülő galaxisokat többféleképpen osztályozhatjuk, ezért sokféle típust különböztethetünk meg. Némelyik galaxis kerek, mások elliptikusak; vannak laposak vagy lencse alakúak és spirális szerkezetűek, ez utóbbiak két vagy több karral, ággal rendelkeznek, melyek a központi magból indulnak ki, ahol a legtöbb csillag helyezkedik el.

A galaxisok azonosítására a csillaghalmazokhoz és ködökhöz hasonlóan betűből és számból álló jelzést használnak. Az első osztályozást C. Messier francia csillagász végezte, ezért jelölnek sok galaxist M betűvel és a mögötte álló sorszámmal.

### Galaxisok ütközése

Mivel sok galaxis – főként, amelyek lokális csoportokat alkotnak – viszonylag közel van egymáshoz, gyakran ütköznek. Amikor két galaxis közel kerül egymáshoz, a gravitációs vonzerő a csillagtársulás peremén elhelyezkedő, a magtól legtávolabbi csillagokat húzza a legerősebben. Ennek következtében mindegyik galaxis elveszít néhány csillagot, melyek átkerülnek a másik csillagvárosba. Szélsőséges esetben az ütköző galaxisok csillagai megsemmisülnek, és anyagukból egy új galaxis keletkezik.

Két galaxis összetalálkozásánál néhány csillag összeütközik egymással, de ez nem mindig következik be.

Lokális csoportok

A galaxisok általában két vagy több tagból álló egységeket alkotnak, melyeket lokális csoportoknak nevezünk.

### Táguló világegyetem

A legtávolabbi galaxisok 270 000km/másodperc sebességgel mozognak.

A világegyetem tágulásának egyik bizonyítéka, hogy az univerzumot felépítő galaxisok távolodnak egymástól. A földi megfigyelések azt mutatják, hogy a galaxisok távolodnak a Földtől – s persze bolygónk is egy galaxis része -, és a tőlünk távolabb levő csillagvárosok gyorsabban mozognak. Azok a galaxisok születtek először, melyek az ismert világegyetem szélén láthatók, vagyis ezek a legidősebbek, a mozgási sebességük pedig megközelíti a fénysebességet, mely a legnagyobb lehetséges sebesség.

### Hogyan mérhetjük meg egy galaxis sebességét?

A csillagok és a galaxisok sebességének méréséhez a Doppler-hatás elnevezésű jelenséget használják a szakemberek: amikor egy égitest távolodik tőlünk, az általa kibocsátott fény egyre vörösebb lesz, ha közelít felénk, kékes fényt sugároz. Ez ugyanaz a jelenség, melyet Földünkön a hang esetében megfigyelhetünk. A közeledő gőzmozdony sípja egyre élesebb, de amint a mozdony elhagy bennünket, és távolodik tőlünk, a hang fokozatosan mélyül.

Az Androméda galaxis 2,2 millió fényév távolságra van Földünktől.

## Az Északi félgömb égboltjának csillagképei

A derült éjszakán látható csillagok bizonyos alakzatokat mutatnak, ezek a jól ismert csillagképek. A régi korok csillagászai megfigyelték ezeket az alakzatokat, és mitológiai neveket adtak nekik, melyeket ma is használunk a csillagtérképeken. Az északi félgömb égboltján 37 csillagkép található.

Mozgó égbolt

Az égbolt képe óráról órára változik, a csillagok mintha körbe-körbe járnának az égen.

A Föld keringése miatt az égbolt képe évszakonként változik.

A legfényesebb csillagokat betűvel vagy számmal jelölik meg, melyet annak a csillagképnek a nevével együtt használnak, amelyben a csillag található.

Néhány az Északi égbolt legfontosabb csillagképe közül (nagybetűkkel) és néhány fontos csillag (kisbetűkkel).

## A Déli félgömb égboltjának csillagképei

Az ókorban a déli égbolt 51 csillagképe közül is ismertek néhányat, melyeknek szintén mitológiai elnevezéseket adtak, de a legtöbb csillagképet sokkal később, a nagy földrajzi felfedezések korában ismerték meg. Emiatt a legtöbbször hajózási eszközökről – iránytű, szextáns, távcső – nevezték el az új csillagképeket.

A csillagképek hasznosak az égbolt különböző területeinek gyors azonosításához.

Néhány az Déli égbolt legfontosabb csillagképe közül (nagybetűkkel) és néhány fontos csillag (kisbetűkkel).

Csillagtérkép

A csillagtérkép középpontjában a zenitben levő csillagok vannak, összhangban az adott naptári nappal, tehát ezek azok a csillagok, melyek közvetlenül a fejünk fölött láthatók.

A csillagtérképek síkban ábrázolják az égboltot, a használathoz be kell tájolnunk őket az iránytű által kijelölt főirányba (észak), és ezután erre kell fordulnunk.

## A tejútrendszer

Az univerzumot felépítő galaxisok közül egyet különösen jól ismerünk, ez a Tejútrendszer, ahova mi is tartozunk. Mivel lapos a formája, és a Nap a bolygóival az egyik végében helyezkedik el, az esti égbolton oldalnézetben láthatjuk: olyan, mint egy fényes sáv, amely végigfut az ég egyik végétől a másikig.

### Felfedezések

Arisztotelész még úgy gondolta, hogy ez az égboltot keresztező fehéres sáv a földi légkör zavara. A 17. században, amikor az első csillagászati távcsövet megépítették, Galilei felfedezte, hogy a Tejút sávját csillagok alkotják, és ebből adódóan nem lehet a Föld légkörének jelensége. Csillagot csillag után fedeztek fel, és ettől kezdve a Tejútrendszer rokon értelművé vált az univerzummal. A 20. században új tudományos forradalom kezdődött. Felfedeztek nagyon távoli hatalmas csillaghalmazokat – új galaxisokat -, tehát az univerzum nem egyszerűen a Tejútrendszer, hanem galaxisok hatalmas együttese, köztük a miénkkel.

A Tejútrendszer hamis színes sugárzás-intenzitási képe

### Csillagvárosunk alakja

Amikor a Tejútra nézünk, olyannak tűnik, mint egy hosszú sáv, de ez csak optikai csalódás, mert mi is ugyanebben a síkban vagyunk. A Tejútrendszer egy spirálgalaxis, melynek központi része lencse vagy korong alakú, ahonnét négy kar ágazik ki. A Nap a Földünkkel az egyik ilyen kar külső szélén helyezkedik el.

A Tejútrendszer alakját, kiterjedését a minden optikai tartományban elvégzett megfigyelések és különböző pontokból érkezett sugárzás méréseinek felhasználásával határozták meg.

A Tejútrendszer oldalnézetből.

### A Tejútrendszer fejlődése

A Tejútrendszer kialakulásának kezdetén egy kis sebességgel forgó gömb alakú galaxis volt. Amikor magjának anyaga kezdett nagyobb sűrűségűvé válni, forgása is felgyorsult. A fokozatos sűrűségnövekedésből a Tejútrendszer alakja ellaposodott, és felvette mai korong formáját. A galaxis peremére sodródott csillagok karokba tömörültek egészen addig, míg el nem foglalták helyüket a négy spirálkarban. Ez a folyamat mintegy tízmilliárd év alatt zajlott le.

A számítások szerint a Tejútrendszer csaknem 100 milliárd csillagot foglal magában. A szabad szemmel látható csillagok egytől egyig a mi galaxisunkhoz tartoznak.

Méretek

A Tejútrendszer központi magjának átmérője 15 000 fényév, vastagsága körülbelül 2000 fényév.

A világegyetemben számtalan galaxis található (jobbra fent); a mi Naprendszerünk a Tejútrendszer egyik végében helyezkedik el (balra lent).

A galaxis síkján kívül nagyszámú gömbhalmaz található.

Úgy tűnik, a galaxis központjában egy hatalmas fekete lyuk helyezkedik el.

## Fogyatkozások

Az ősi időkben a fogyatkozásokat rossz előjelnek tartották, úgy képzelték, hogy a fény eltűnése az istenektől származó büntetés. Napjainkra megértettük, hogy a fogyatkozási jelenségek az égitestek mozgásának következményei: amikor két vagy több égitest a pályáján pontosan egy vonalba kerül, az egyik eltakarja a fényt a másik elől.

### A fogyatkozások jellemzői

Minden égitestnek, amely egy csillag körül kering, van egy megvilágított és egy sötét oldala; ebből következően az égitest mögé egy széles árnyékkúp vetül, ahová nem jut be a fény. Ez játszódik le a Nap körül keringő Föld esetében is. Éjszaka – még ha sok kilométert utazunk is – az árnyékos oldalon maradunk, és ez az árnyék hosszú kúpként nyúlik a világűrbe. Amikor a Hold keresztülhalad ezen az árnyékkúpon, elsötétül, aminek a következménye a holdfogyatkozás. Ennek a fordítottja, amikor a Hold kerül a bolygónk és a Nap közé. Ekkor jön létre a napfogyatkozás; mivel Holdunk kisebb a Földnél, árnyékkúpja sem tudja teljesen befedni bolygónkat, hanem csak keskeny sávként jelenik meg a felszínen.

A következő évtized néhány holdfogyatkozása

|  |  |
| --- | --- |
| Időpont | Típus |
| 2004. október 28. | teljes |
| 2007. március 3. | teljes |
| 2008. február 21. | teljes |
| 2008 augusztus 16. | teljes |
| 2009. augusztus 6. | részleges |
| 2009. december 31. | részleges |
| 2011. június 15. | teljes |

Három fázis, amikor Földünk árnyéka részben vagy teljesen elfedi kísérőnket, a Holdat.

A fogyatkozások során az égitesteknek tökéletesen egy vonalban kell állniuk.

A föld körüli holdpálya ötfokos szögben hajlik a Föld Nap körüli keringésének pályasíkjához. Ez azt jelenti, hogy például teliholdkor a Hold nem keresztezi a Föld árnyékkúpját, hanem az alatt vagy fölött halad el. Csak nagyon ritkán következik be az, hogy teliholdkor pontosan egy síkban is van a három égitest, és így létre jön a holdfogyatkozás.

Napfogyatkozások

A napfény eltakarása az egyik leglátványosabb csillagászati jelenség, amelyet a Földről láthatunk. A Hold a Föld és a Nap közé kerül, kör alakú árnyéka a földfelszínre vetül, és kis területen a teljes napfogyatkozás néhány perce alatt a nappalból éjszakát varázsol. Másutt ugyanekkor a Hold a napkorongnak csak egy részét takarja el, melynek eredménye a részleges napfogyatkozás. Egy más alkalommal, amikor a Hold látszó átmérője kicsit kisebb, mint a napkorong, gyűrűs napfogyatkozás jön létre.

A napfogyatkozások nagyon fontosak a szakemberek számára, mert ilyenkor van lehetőség a napkorona megfigyelésére, ami egyébként nagyon halvány a napkorong fényéhez képest.

A napfogyatkozás a Föld felszínének kis területére koncentrálódik, így csak azok láthatják, akik ebben a keskeny sávban tartózkodnak; a holdfogyatkozás ezzel szemben a Földgolyó feléről látható.

Sohasem szabad a napfogyatkozást közvetlenül megfigyelni, mert súlyos szemkárosodást, sőt vakságot is okozhat. Az erős sugárzást megszűrő védőszemüveget kell használni – a hagyományos napszemüveg vagy a kormozott üveg nem ajánlott!

A következő évtized néhány napfogyatkozása

|  |  |
| --- | --- |
| Időpont | Típus |
| 2005. október 3. | gyűrűs |
| 2006. március 29. | teljes |

# A naprendszer

## A Naprendszer

A galaxist felépítő ezernyi csillag között van egy közepes méretű, a csillagváros peremén elhelyezkedő, amely különös figyelmet érdemel, mivelhogy a közelében élünk: ez a csillag a Nap, amely a körülötte keringő bolygókkal alkotja naprendszerünket. A naprendszer a kilenc ismert bolygóból, azok holdjaiból és nagyszámú kőzettörmelékből áll, amit a kisbolygók övezetének nevezünk. A kisbolygók, vagy más néven aszteroidák a Mars és a Jupiter pályája között helyezkednek el, és a bolygóképződés maradványai.

### A Nap és bolygói

A Nap sokkal nagyobb, mint bármelyik bolygója; a legnagyobb bolygó a Jupiter, de az is csak egytizede a Napnak. A Naprendszer összes tömegének 99%-a koncentrálódik a Napban, és az 1% az összes bolygó. A bolygók többé-kevésbé kör alakú pályán keringenek a Nap körül. Az egy keringéshez szükséges időtartam az év, a Föld esetében ez 365 napot jelent. Az év hossza azonban nagyon eltérő, attól függ, hogy a bolygó milyen távol kering a Naptól. A legrövidebb az év a Merkúron: csak 88 napból áll; a leghosszabb a Plútón, ahol az egy év 248 földi évnek felel meg.

Bolygótípusok

A bolygóknak két fő csoportja van: a kisméretűek, Föld-típusúak, mint a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars, melynek szilárd felszínük, és eléggé magas a sűrűségük. Az óriásbolygók (Jupiter, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz) nagyméretűek, kis sűrűségűek, és anyaguk nagy része folyékony, illetve gáz halmazállapotú. A Plútó a legkisebb bolygó, egyedüli Föld-típusú az újonnan felfedezett külső bolygók között.

Az erő, amely a bolygókat a Nap körüli pályán tartja, ugyanaz, mint amely a bolygók holdjait mozgatja.

A Naptól kapott hatalmas hőmennyiség a csillagtól távolodva jelentősen csökken. A Merkúr felszínén a nappali hőmérséklet elérheti a 350 °C -ot, míg a Plútón sohasem emelkedik -223 °C fölé.

### A Naprendszer kialakulása

Ötmilliárd évvel ezelőtt azon a helyen, amelyet ma a Naprendszer foglal el, por és gáz volt, mely egy korábban felrobbant szupernóvából származott. Az anyag a gravitációs erőhatás következtében elkezdett sűrűsödni. Egy sűrű mag alakult ki, mely együtt tartotta az anyag legnagyobb részét, ilyen módon kialakult a Nap. Az anyag maradék része lapos korong formában vette körül a csillagot. A porrészecskék és az apró kőzetdarabok ütközése egyes pontokban további anyagsűrűsödést eredményezett, ezáltal kialakultak a bolygók.

### A Bode-szabály

Egy Bode nevű csillagász érdekes számtani összefüggést fedezett fel a bolygók Naptól mért távolságában. Először számtani haladvány szerint egy értékkel megjelölte a bolygókat, így a Merkúr a 0-át, a Vénusz a 3-at, és az utána következő bolygók pedig az előző számérték kétszeresét kapták. A továbbiakban, ha minden számhoz hozzáadunk négyet, és elosztjuk tízzel egy új számsort kapunk, melyben a Föld és a Nap távolságértéke 1, melyet egységnek tekintve közelítőleg megkapjuk a bolygók távolságát.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Merkúr | Vénusz | Föld | Mars | Kisbolygók | Jupiter | Szaturnusz | Uránusz | Neptunusz | Plútó |
| 0 | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 | 96 | 192 | 384 | 768 |
| 0,4 | 0,7 | 1 | 1,6 | 2,8 | 5,2 | 10 | 19,6 | 38,8 | 77,2 |

### A holdak

A Naprendszer sok kisebb bolygók körüli rendszert foglal magában, melyek ugyanazon törvényszerűségeknek engedelmeskednek, mint ami a Nap és a bolygók közötti kapcsolatot fenntartja. Ezek a kisebb rendszerek egy bolygóból és a körülötte keringő egy vagy több holdból állnak. A kisebb bolygóknak csak néhány holdjuk van: a Merkúrnak és a Vénusznak nincsen, a Marsnak kettő, a Földünknek egy. Az óriásbolygóknak sok holdjuk van: a Jupiternek 67, a Szaturnusznak 48, az Uránusznak 17, a Neptunusznak 8. A Plútónak csak egy holdja van.

## Csillagunk: a Nap

A Napunk egy szerény csillag a galaxis egyik szegletében, és valószínűleg nem is látnánk, ha egy másik csillag képzeletbeli bolygóján lennénk. Az életünk a Naptól függ, mert közel vagyunk hozzá, sokkal többet tudunk róla, mint más csillagokról, és a kutatások legjelentősebb része is a Nappal foglalkozik.

### A Nap kémiai összetétele

A Nap egy sárga törpe csillag, azaz egy viszonylag szerény méretű csillag, de mivel 150 millió kilométerre van a Földtől, számunkra az égbolt legfontosabb csillaga. Ez a hatalmas gömb 24% héliumból, 75% hidrogénből és 1% egyéb elemekből áll. Magfúziós folyamatok zajlanak a belsejében; ennek eredményeként hidrogénatomok egyesülnek és alkotnak héliumatomokat, melyek kicsit könnyebbek, mint a négy hidrogén, így a tömegfelesleg energiává alakul. Ez az energia sugárzódik a világűrbe, éri el Földünket, és teszi lehetővé az életet bolygónkon.

A Nap

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fizikai tulajdonságok | | Csillagászati jellemzők | |
| Felszíni hőmérséklet | 6000 °C | Látszó fényesség | -26,8 |
| Átmérő | 1 392 530 km | Abszolút fényesség | +4,8 |
| Térfogat | 1,41 x 1018 m3 | Közepes távolsága a Földtől | 149 600 000 km |
| Tömeg | 2 x 1030 kg | Tengelyforgási ideje | 25-35 nap |

A Skylab űrállomás 1973 és 1979 között továbbította az első adatokat a Nap azon sugárzásáról, mely a Föld felszínét nem éri el.

A Nap átmérője megközelítőleg százszor nagyobb, mint a Földé.

### A Nap megfigyelése

Sohasem szabad közvetlenül a Napba nézni, ez vakságot is okozhat, főleg, ha vadásztávcsövet vagy csillagászati távcsövet használunk! A Nap megfigyeléséhez speciális távcsövekbe szűrőket helyeznek, és tükrökkel vetítik ki a Nap képét. Az érzékelők a távcső alatt, egy hatalmas doboz alján helyezkednek el, ide irányítják a Nap belsejéből érkező sugárzást. Fontos adatokat kapunk így a Nap szerkezetéről a világűrbe kilőtt műholdakról, űrhajókról és űrlaboratóriumokról is.

A Nap tömege 330 000-szerese a Földének.

A Nap másodpercenként 600 millió tonna hidrogént használ fel energiatermelésre.

### A Nap belső felépítése

A Nap egy óriási gáztömeg, mely egy nagyon forró maggal (1) rendelkezik, amelyet egymást követő alacsonyabb hőmérsékletű rétegek vesznek körül. A magban a hőmérséklet 20 millió °C, a felszínre jutó hőmérséklet viszont már csak 6000 °C. A mag felszínétől kezdődik a röntgensugárzási zóna (2), mely kifelé továbbítja a sugárzást; ezt követi a konvektív zóna (3), ahol hatalmas gázoszlopok áramlanak felfelé, majd zuhannak vissza, végül a Nap látható felszíne a fotoszféra (4), amely egy nagyon vékony réteg.

A fotoszféra felett egy újabb vékony réteg a kromoszféra (vastagsága 3000 km) található, melyet a napkorona, egy forró övezet követ. A két zónát együtt a Nap légkörének nevezzük.

A mag

A mag a Nap térfogatának egynegyedét alkotja.

A Nap szerkezeti egységeinek keresztmetszete grafikus ábrázoláson.

A röntgensugárzási zóna egy vastag réteg, melynek kiterjedése a Nap rádiuszának 0,25 és 0,80 közötti része.

A fény sebessége 299 792,5 km másodpercenként.

A Nap sugárzása – beleértve a látható fényt – 8 perc alatt éri el a Földet.

A nap sugárzásának színképe, tartományai

A napsugárzás azon tartományát, melyet az ember észlel, látható fénynek nevezzük; ez a 380 és 780 mikrométer közötti hullámhossz.

### A Nap sugárzása

A nap belsejében lejátszódó magfúziós folyamatok eredményeként csillagunk jelentős mennyiségű elektromágneses sugárzást bocsát ki. Ennek egy része kijut a világűrbe, és eléri bolygónkat. A sugárzás nagyon változatos hullámhosszúságú, a röntgensugárzástól a rádióhullámokig. Mi csak egy szűk tartományát, a látható fényt észlelhetjük, ami számunkra fehér fényként jelenik meg – ennek ellenére változatos hullámhosszúságú tartományokból áll, melyek mindegyike egy-egy szín.

A konvektív zóna képe, ahol a forró gázok feláramlanak, lehűlnek, majd újra felszállnak a Nap belseje felé.

## A Nap: egy aktív csillag

Ha a fényében fürdőző tájat szemléljük, a fényözön egyaránt mindent beragyog. Nem nézhetünk közvetlenül a Napba annak kockázata nélkül, hogy megvakulunk. De egy naptávcsövön keresztül felfedezhetjük, hogy a Nap felszíne olyan, mint egy hatalmas tenger óriási hullámokkal, foltokkal, melyek mozognak, és láthatjuk a csillagot körülvevő ragyogó légkört.

### Napfoltok

A napfoltok sötét foltok a Nap felszínén, melyek hőmérséklete alacsonyabb környezetüknél. Az egyenlítő környékén tűnnek fel, és sohasem láthatjuk őket a Nap pólusának területén. A napfoltok egy sötétebb központi részből és az azt körülvevő félárnyékos zónából állnak. Alakjuk nagyon változó. Élettartamuk méretüktől függően néhány órától több hónapi terjedhet.

A napfoltok követik a Nap tengely körüli forgását, számuk nem állandó, de 11 éves periódusuk ismert, melyet napfoltciklusnak nevezünk.

A legutóbbi napfoltmaximum 2001-ben volt, a következő 2012-13-ban esedékes.

Hőmérséklet

A napfoltok hőmérséklete 4000-4500 °C.

A legnagyobb protuberanciák (gázkilövellések) hatása zavarokat okozhat a földi távközlésben.

A hurok formájú gázkilövellések (nyugodt protuberanciák) nem jutnak fel nagy magasságokig, de hónapokig eltarthatnak.

### Protuberanciák

A kromoszféra a maga 180 000 °C-os hőmérsékletével nem nagy sűrűségű, ezért itt alig történik energiaátadás. Viszont itt találhatjuk a Nap leglátványosabb jelenségeit: itt villannak fel több ezer kilométer magasságba emelkedő eruptív protuberanciák. Ezek a hatalmas gázoszlopok túlnyúlhatnak a napkoronán, ki a világűrbe, és néha egymillió kilométer távolságra is eljutnak a Nap felszínétől.

Az eruptív protuberanciák rövid életűek, időtartamuk ritkán haladja meg a fél órát.

Hurok-protuberancia

### A napkorona

A napkoronát a légkör külső részének tekinthetjük, mely a kromoszférától indul, és több millió kilométerre nyúlik a világűrbe. Ez a zóna nagyon kis sűrűségű, hőmérséklete mégis magas – 1,8 millió °C -, de nagyon kismértékű az energiasugárzása. A napkorona alakja változó, nagymértékben függ a napfoltciklustól; a napfoltmaximumok éveiben pedig minden irányban messze nyúlik a világűrbe.

A napkoronát teljes napfogyatkozások idején figyelhetjük meg, amikor a Hold korongja eltakarja a Nap felszínét szabadon hagyva a kromoszférát és a fehéres színű naplégkört a felvillanások sorozatával – ez a szálas szerkezetű zóna a napkorona.

A napkorona röntgen – és ultraibolya tartományban sugároz.

### A napszél

A napszél a Napból a világűr minden irányába folyamatosan kibocsátott részecskeáradat. Ez a sugárzás nagyon ritka összetételű, sűrűsége mindössze 4-5 részecske köbcentiméterenként, és ugyanilyen sűrűségű, amikor eléri Földünket zavarokat okozva a távközlésben. A napszél hatására jön létre a csodálatos sarki fény, és a napszéltől válik láthatóvá az üstökösök csóvája.

A napkorona rádiótartományban készült felvétele a részecskesugárzás forrásaival

Sebesség

A napszél sebessége 400km/másodperc.

A napszél főként hidrogén- és héliumatomokat, valamint szabad elektronokat tartalmaz.

A tengelyforgásnak köszönhetően a napszél spirális pályán távozik a Napról.

## A Merkúr

Ez a belső bolygó a legkisebb, alig nagyobb a Holdunknál, és a legközelebb van a Naphoz. Nincs saját holdja, és a pályája elnyúlt ellipszis alakú, a többi bolygóéhoz képest a legnagyobb szöget zárja be az ekliptika síkjával. A felszíne tele van kráterekkel, a hőmérséklet nagyon magas, nincs légkör.

### Általános jellemzők

A Merkúr bolygó közel van a Naphoz, így felszíni hőmérséklete nagyon magas, nappal több, mint 450 °C, az éjszaka viszont nagyon hideg, de legfeljebb mínusz 180 °C. Ez azért lehetséges, mert nincs légköre: kis méreténél fogva a tömegvonzása gyenge ahhoz, hogy a Földünkéhez hasonló gázburok fedje.

Egy űrhajónak 4,2 km/mp sebességre van szüksége ahhoz, hogy elhagyja a Merkúr felszínét.

A tömegvonzás a Merkúr felszínén 0,39 része a földinek.

A Merkúr csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 57 900 000 km |
| Tömeg | 0,055 földtömeg |
| Átmérő | 4878km |
| A nap hossza | 58 földi nap |
| Az év hossza | 88 földi nap |
| Felszíni hőmérséklet határértékei | 500 °C, -190 °C |

### A bolygó belső felépítése

A Merkúr egy szilárd bolygó, mely vasmaggal (1) rendelkezik, ezt borítja be a kőzetekből álló köpeny (2), melyet a kéreg (3) takar. A Merkúr 4,5 milliárd éve alakult ki, és kis mérete miatt gyorsan megszilárdult. Úgy vélik, sohasem volt vulkáni aktivitás a bolygón, így kialakulásától fogva nem tapasztalható sok változás, kivételt képeznek a meteorit becsapódások.

A Merkúrnak gyenge a mágneses erőtere.

A bolygó keresztmetszeti rajza.

### A Merkúr megfigyelése

Nagyon nehéz a kisméretű bolygó megfigyelése, mert a pályája igen közel húzódik a Naphoz. Hajnalban és alkonyatkor látható a horizont közelében, amikor fényben fürdik. Megfigyelésre kis távcsővel a legalkalmasabb időpont a növekvő és a csökkenő fázis; amikor Merkúr-tölte, vagy Új-Merkúr idején a Nap irányában helyezkedik el, és az erős napfény eltakarja a bolygót, amely ilyenkor szinte láthatatlan.

A bolygó pólusának területén jég által alakított nyomok mutatkoznak, de az élet létrejöttének nem volt esélye.

Egy amatőr távcsővel, figyelemmel kísérhetjük a Merkúr fényváltozásait. A Merkúr a kitérés idején látható (3,4,5) de nem figyelhetők meg a Nappal való együttállások Új-Merkúr (2) és Merkúr-tölte (1) idején.

### Holdunkéhoz hasonló felszín

Senki sem tudta 1974-ig, milyen a Merkúr felszíne, mivel a távcsöveken semmilyen részlet nem látszott. Azt feltételezték azonban, hogy a felszín erősen kráterezett. Aztán a Mariner 10 űrszonda elhaladt a bolygó mellett, és a sok fényképfelvétel megmutatta, hogy a merkúri táj hasonló a Holdunkéhoz: nagy számú meteoritbecsapódás következtében keletkezett kráterek és hasadékok borítják a felszínt. A talaj szürkés színű.

A legnagyobb kráter

A Merkúr legnagyobb kráterét Caloris medencének nevezzük, mely 1300 km átmérőjű, és hullámos párkányok veszik körül.

Részlet a bolygó felszínéről

## A Vénusz

Méretét tekintve a Földünkre a Vénusz hasonlít legjobban, amely a hajnali és alkonyati égbolt egyik legfényesebb égiteste. Az űrkorszak kezdetéig a sűrű légkör miatt a bolygó felszínformái ismeretlenek voltak. A felszínen nagyon magas a hőmérséklet. A Vénusznak nincsen holdja.

### Általános jellemzők.

A Vénusz belső bolygó, melynek mérete és tömege hasonló a Földéhez. Mielőtt még lehetőség nyílott felszínének tanulmányozására, úgy gondolták, tengerek borítják. Az űrszondák megállapították, hogy talaja teljesen száraz, és a hőmérséklet elérheti a 480 °C-ot, ami megakadályoz bármilyen fajta életet. A Vénusz egyik feltűnő sajátossága, hogy tengelyforgásának iránya ellentétes a Naprendszer többi bolygójával (ilyen még az Uránusz). Ennek oka talán egy valamikori nagyméretű meteorit becsapódása lehet. A Vénusz az egyetlen bolygó, ahol a nap hosszabb mint az év.

A Vénusz felszíni tömegvonzása 0,88 része a földi gravitációnak.

A Vénusz-felszín elhagyásához az űrhajónak 10,4 km/mp sebességgel kell rendelkeznie.

A Vénusz csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 108 000 000 km |
| Tömeg | 0,81 földtömeg |
| Átmérő | 12102 km |
| A nap hossza | 243 földi nap |
| Az év hossza | 225 földi nap |
| Felszíni hőmérséklet határértékei | 480 °C |

### A bolygó belső felépítése

A Vénusz szilárd bolygó, melyet vasmag (1) épít fel, ezt övezi egy vastag köpeny (2), melyet egy vékony kéreg takar (3). Az űrszondák sikeres leszállást hajtottak végre a felszínen, és széles fennsíkokat, mély völgyeket és 10 000 méteres rendkívüli magasságot elérő hegyeket mutattak. A mély süllyedékek tengermaradványoknak látszanak. Tengerek akkor létezhettek, mielőtt a jelenlegi vastag légkör kialakult.

A Vénuszon aktív vulkánok vannak.

A Vénusz felhői nagy sebességgel mozognak hatalmas viharokat okozva a felső légkörben.

A felszínen mért légnyomás eléri a 100 atmoszférát.

A bolygó belső szerkezetének keresztmetszete

### A Vénusz felfedezése

Az első űrszonda, mely sikeres leszállást hajtott végre a Vénusz felszínén, az orosz Venyera 7 volt 1970-ben. 1973-ban az amerikai Mariner 10 készített felvételeket a Merkúr felszínéről és a Vénusz légköréről. A Pioneer-Venus űreszköz 1978-ban ejtőernyővel jutatott egy szondát a bolygó felszínére. A Magellán szonda 1992-ben készített térképet a bolygóról. Ezek az űreszközök tették lehetővé számunkra, hogy megismerjük a korábban áthatolhatatlan akadályt jelentő légkör alatt megbúvó felszínt.

### A Vénusz légköre

A bolygó légkörét néhány elem és vegyület mellett elsődlegesen szén-dioxid építi fel. A felszín felett 50-75 km magasságban egy sűrű, a bolygót teljesen körülölelő felhőréteg található. Itt erős elektromos viharok dúlnak. Ez a felhőréteg, mint védőernyő okozza az üvegházhatást, azaz akadályozza a hő eltávozását. Így a 480 °C-os forróság lehetetlenné teszi az élet létezését.

A Vénusz légkörének 96%-a szén-dioxid, a maradékot nitrogén, vízgőz, kén-dioxid és még kisebb mennyiségben egyéb vegyületek alkotják.

Szélcsend

A bolygó felszíne nagyon nyugodt, még felhők sincsenek ilyen alacsonyan, ezért jól láthatók a hegyek.

Az orosz Venyera űrszonda a Vénusz felszínén.

## A Föld: a különleges bolygó

A Naprendszer bolygói közül a Föld az egyetlen, amely életet hordoz a hátán. Ez az a bolygó, mely tartósan mérsékelt hőmérsékletével biztosítja a víz és a légkör jelenlétét. A kéreg geológiailag nagyon aktív, és folyamatosan változó. A földnek egyetlen kísérője van, a Hold.

### Általános jellemzők

Ezt az egyetlen bolygót, ahol élünk, használjuk kiindulási pontként, amikor más égitesteket tanulmányozunk. Ezért van az, hogy a többi bolygó adatait – a tömeget, a gravitációt vagy a tengelyforgási időt – a Földéhez viszonyítjuk. S bár a Föld az otthonunk, számtalan olyan jellegzetessége van, melyet még nem ismerünk pontosan. A 20. század utolsó harmadától kezdődően az űrhajók és űrállomások lehetőséget adtak arra, hogy a Földet távolról tanulmányozzuk, és tisztázódjon néhány megoldatlan rejtély.

A gravitációs gyorsulás a Föld felszínén 9,81 m/s2.

A föld felszínének elhagyásához az űrhajónak 11,2 km/mp sebességre kell felgyorsulnia.

A Föld - ahogyan a Holdról látszik.

A Föld csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 149 600 000 km |
| Tömeg | 5,97 x 1015 millió tonna |
| Átmérő | 12 756 km |
| A nap hossza | 24 óra |
| Az év hossza | 365,25 nap |
| Felszíni hőmérséklet határértékei | -89 °C, +58 °C |

### A Föld eredete

Bolygónk a Nappal egy időben keletkezett, amikor egy ősi csillag szupernóvaként felrobbant, és az ebből származó hatalmas mennyiségű anyag összesűrűsödött. Az anyag legnagyobb része a Napban összpontosult, a maradékból képződtek a bolygók úgy, hogy a nagyobb kőzetdarabok halmaza maga köré vonzotta a port és a kisebb anyagi részecskéket. Ez a folyamat néhány száz millió évig tartott. Az újonnan formálódott bolygó jelentősen felmelegedett, amikor a benne lévő radioaktív anyagok felbomlottak és megolvadtak. Ezután a külső rétegek lehűlésével a felszín megszilárdult, és kialakult a kéreg.

Az újonnan kialakult Föld nem rendelkezett légkörrel, és számtalan kőzetdarabbal való ütközést kellett elszenvednie, ami felmelegedést okozott.

A Föld kialakulásának négy szakasza: meteoritbecsapódások (1); felmelegedés olvadáspontig (2); a nehéz elemek süllyedése a középpont felé (3); a mag kialakulása a bolygó belsejében (4).

Amikor majd a Nap vörösen ragyogó óriás csillaggá alakul, a közelsége miatt elszippantja a gázokat, melyek a földi atmoszférát alkotják, és bolygónk mindörökre légkör nélkül marad.

### A Föld pusztulása

Bolygónk sorsa a Napnak, mint csillagnak a fejlődésétől függ. Amikor csillagunk elfogyasztja összes hidrogén – és héliumkészletét, tekintélyes méretnövekedéssel vörös óriás csillaggá alakul. A közeli bolygókat, így a Merkúrt és a Vénuszt elnyeli ez a hatalmas naptömeg, Földünkön olyan jelentős lesz a melegedés, hogy az élet minden formája eltűnik. A felszín sivataggá válik, az óceáni medencék teljesen kiszáradnak, és a táj hasonló lesz ahhoz, amit a Marson láthatunk.

Napunk még kitart

Mivel a Napnak még ötmilliárd évre elegendő készlete van, bolygónknak is sok ideje van hátra.

## A Föld felépítése

A Föld szilárd bolygó, sok különféle tulajdonságú réteg veszi körül az izzó magot. A kéreg a legkülső réteg – az, ahol az élet létezik. A kéreg nem egy változatlan szerkezet, csak egy tényező állandó benne: a sokféle mozgás és jelenség (vulkánok, földrengések stb.).

### Bolygónk belső szerkezete

Földünk egy a szilárd kéreggel rendelkező bolygók közül (ilyen még a Merkúr, a Vénusz, és a Mars); az óriásbolygókkal összehasonlítva – Jupiter, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz, melyek gázból épülnek fel – kisméretű. A Föld legbelső része a mag, melynek anyaga elsődlegesen vas és nikkel; két részből tevődik össze, egy szilárd belső magból (1) és egy folyékony külső magból (2). Ezt követi a köpeny (3) melynek mélyebben lévő része szilárd, de a felső része már képlékeny; végül a kéreg (4) következik, melyet kőzetburoknak (litoszféra) neveznek; ez a legvékonyabb réteg, és szilárd anyagokból áll. A kéreg felszínén helyezkednek el az óceánok és a tengerek (amelyek a vízburkot, a hidroszférát alkotják), valamint az atmoszféra, a levegő, amit belélegzünk.

A mag sugara 3500 km, és magas a sziderit tartalma (Fe2O3).

A köpeny jelentős mennyiségű szilikátvegyületet, sok vasat és nikkelt tartalmaz.

A Föld keresztmetszeti képe

A köpeny mintegy 2500 km vastagságú, a képlékeny része mintegy 200 km-es zónát foglal el közvetlenül a kéreg alatt.

Szima és Szial

A kéreg vastagsága 70 km. Az alsó része a szilíciumban és magnéziumban gazdag szima, melynek a tetején helyezkedik el a szilíciumban és alumíniumban gazdag szial.

Viszonylag keveset tudunk a Föld belsejéről. A legkeményebb kutatófúrás is csak 15 kilométerre hatolt a kéregbe.

### A Földkéreg

A föld legkülső része, a kéreg nem egyenletes, hanem meglehetősen változatos vastagságú. Vékonyabb az óceánok alatt, és vastagabb a szárazföldek területén, de a különbség kiegyenlítődik a sűrűségben; ahol a kéreg vékonyabb, ott anyaga sűrűbb, ahol pedig nagyobb a vastagsága, kisebb a sűrűsége. Így egyensúlyi helyzet áll fenn, az egész földkéreg súlya mindenütt azonos.

A könnyű elemek vastag kéregben, illetve a nehezebb elemek vékony kéregben való eloszlása a kéregegyensúly (izosztázia) jelensége.

A földkéreg sokkal vékonyabb az óceánok alatt (1), mint a kontinensek területén (2), és a kéreg lemezei – melyek magukban foglalják a kontinenseket is – úsznak a köpenyen (3).

### A földkéreg aktivitása

A földköpeny anyaga a vulkánok területén kerül felszínre – utat találva a kérgen keresztül. A magas gáztartalmú „habos láva” a vulkáni kráter nyílásán át tör a felszínre, és a kihűlés után könnyű kőzet, horzsakő képződik belőle. A kontinensek, melyek a köpeny tetején úsznak, lassan változtatják helyzetüket. Így Európa és Amerika az évmilliók során egyre távolabbra kerül egymástól, melynek eredményeként az Atlanti-óceán egyre szélesebb lesz.

Amikor a kőzetolvadék, a magma (1) a felszínre tör (2), egy vulkánt alakít ki (3), mely az egymást követően kihűlt kőzetek rétegeiből épül fel (4).

Azokon a területeken, ahol sok vulkán működik, gyakoriak a földrengések is.

Kontinensvándorlás

A kontinensek mozgása a kontinensvándorlás. Ennek következtében a szárazföldek egyes részei emelkednek, míg mások süllyedő mozgást végeznek, a kőzettömegek nyomásának eredményeként.

## A Föld: a kék bolygó

Az űrhajósok előszeretettel nevezik a Földet kék bolygónak. A kék színt a földkéreg felületén elhelyezkedő óceánok és a légköri gázok okozzák, melyek megteremtik az élet lehetőségét. A Földünket borító vízburok és az atmoszféra egyedülálló az egész Naprendszerben.

### A vízburok

A bolygónk felszínén található vizeket együttesen hidroszférának nevezzük. Ez magában foglalja az óceánokat, tengereket, folyókat, tavakat, mocsarakat, gleccsereket, a sarkvidékek jegét stb. A víz jelentős része az évmilliókon keresztül lejátszódott vulkáni működés során felszabadult vízgőzből származik, e vulkáni aktivitás a múltban sokkal gyakoribb jelenség volt, mint ma. A vízgőz felhők formájában csapódott ki, következésképpen esőt idézett elő. A föld vízkészletének jelentős része az óceánokban található, melyek a felszín közel háromnegyedét borítják.

Rengeteg sós víz

A Földön 1 385 984 610 köbkilométer víz található. A tengerek sós vize az összes vízkészlet 96,54%-a.

Tudomásunk szerint élet csak azon a bolygón lehetséges, ahol folyékony víz található.

Néhány bolygón előfordul a víz, de csak jég formájában.

A világűrből nézve a Föld kitűnik az óceánok és a légkör ragyogó kék színeivel.

### Tengerek és óceánok

A kontinensek közötti süllyedékek tárolják az óceánok vízét: az óceánok peremét tengerek határolják. Három nagy óceánunk az Atlanti-, a Csendes- és az Indiai-óceán. Az óceánok aljzata nem egyenletes: hosszú hegyláncok tagolják. Néhány hegycsúcs a vízszint fölé nyúlik szigeteket alkotva az óceánban, például az Azori-szigetek vagy Izland. Az óceánokban hatalmas áramlások vannak, egyesek hidegek, mások meleg áramlatok. A tengeráramlásoknak fontos éghajlat-módosító szerepük van. A víz lecsökkenti a hőmérsékletkülönbségeket, kiegyenlített napi és évi hőingadozást hoz létre.

Az északi félgömbön az óceánok 154 millió km2-t, a szárazföldek mintegy 100 millió km2 területet foglalnak el.

A déli félgömbön az óceánok 206 millió km2-t, a szárazföldek mindössze 48 millió km2 területet foglalnak el.

### A légkör

Kezdetben Földünknek a maitól eltérő légköre volt. Amikor a vulkáni működés által kibocsátott vízgőz esők formájában kicsapódott és lehullott, elkezdte feltölteni a bolygó legalacsonyabb fekvésű területeit, kialakítva az óceánokat. Az első növények ezekben az óceánokban jelentek meg, és megkezdték az oxigéntermelést, majd gazdag légkörré alakították át.

### Az állandóan változó környezet

A meteorológiai térképek állandó változást mutatnak – ez a légkör sajátossága. Felhőfrontok vonulnak a szelek szárnyán – esőt, napsütést, emelkedő vagy éppen csökkenő hőmérsékletet okozva. Ezek az időjárási jelenségek csak az alsó légkörben játszódnak le, és bennünket is közvetlenül érintenek. A tengerszint feletti magasság növekedésével csökken az oxigénszint, és leesik a hőmérséklet.

### Az atmoszféra szerkezete

A felszíntől felfelé haladva a légkörnek sok rétege különíthető el; tíz kilométeres magasságig húzódik a troposzféra, ahol élni tudunk; 50 kilométeres magasságban van a sztratoszféra és 100 kilométer magasságban a mezoszféra felső határa. Ettől felfelé 1000 kilométerig tartó területen alakul ki a sarki fény jelensége (ez a réteg a termoszféra, fölötte az exoszféra). A legkülső réteg, mintegy 100 000 kilométer távolságig tart, mely magában foglalja a magnetoszférát.

Az ózonréteg védőpajzsa 40 km magasságban helyezkedik el a földfelszín felett.

A légkörnek az a szerepe, hogy védelmet nyújtson a halálos sugárzás és a meteoritok ellen.

Ilyennek látszana a víz nélküli Atlanti-óceán.

## A Föld mozgásai

A Föld állandó mozgásban van. Planétánk a többi bolygóval együtt a Nap mozgását is követi a galaxison keresztül, de ez nincs hatással mindennapi életünkre. Agy jelentősege van azonban a forgásnak, melynek következménye a nappalok és éjszakák váltakozása, valamint a Nap körüli keringés, mely az évszakokat alakítja ki a mérsékelt égövben.

### Tengely körüli forgás

Ha néhány órán keresztül figyeljük az éjszakai égboltot, láthatjuk, hogy a csillagok egy pont körül körbe járnak; az északi félgömbön ez a pont a Sarkcsillag. Aztán hajnalodik, és felragyog a Nap. Ez mind a Föld tengely körüli forgásának a következménye. A csillagképek láthatósága az év során váltakozik, mert a tengely körüli forgással együtt a Föld a Nap körül is kering. Ugyanazokat a csillagképeket kéthavonta láthatjuk az égen.

Ha éjszaka nagyon hosszú exponálási idővel készítünk fotót, ilyen képet kapunk. Ehhez a Sarkcsillagot a kép középpontjába kell beállítanunk.

A Föld forgási sebessége az Egyenlítőnél 461 méter másodpercenként.

### Napi mozgás

A Nap az idő egyik fontos alapegysége. Ez az a periódus, amely alatt bolygónk egyszer megfordul a tengelye körül. Ha egy megfigyelő egy bizonyos pontról szemléli az égitestek mozgását, azt látja, hogy körbefordulnak, és egy idő után visszaérnek eredeti helyükre, majd ismétlődik az egész. A teljes körbefordulás 360 fok, így bolygónk óránként 15 fokot fordul el.

Tényleg mozgunk?

Nem érezzük sem a Föld tengely körüli forgását, sem a Nap körüli keringését, mert mi is ugyanazzal a sebességgel haladunk. Ez hasonló ahhoz, ha autóval vagy repülővel utazunk. A sebességet csak akkor érzékeljük, ha kinézünk az ablakon.

A Nap látóhatár feletti pályájának íve az év minden napján változik.

A Föld sarkvidékein előfordul, hogy néhány hónapon keresztül éjszaka, máskor hónapokig nappal van. Ez a Föld tengelyferdeségének a következménye.

A forgási sebesség a póluson (pontosan ott, ahol a képzeletbeli forgástengely döfi a felszínt) 0 m/sec.

### Évszakok

Az évszakok jelensége magában hordozza a nappalok hosszának és a napsugarak hajlásszögének változását az év különböző időpontjaiban a Föld sok részén, az Egyenlítőt kivéve. Az év egy részében ez rövidebb nappalokat és alacsonyabb hőmérsékletet eredményez, amit télnek nevezünk, más napokon a hőmérséklet magasabb, és a nappalok hosszabbak, ami a nyár jellemzője. Ez annak a következménye, hogy a Föld tengelye 66,5 fokos szöget zár be a Nap körüli keringésének síkjával.

Nyáron a Nap magasabban jár az égen, ezért hosszabb ideig tart a sugárzás, és több meleg jut a felszínre.

Télen a Nap alacsonyabban jár az égen, ezért rövidebb ideig tart a sugárzás, és kevesebb hő jut a felszínre.

### Napfordulók és napéjegyenlőségek.

A napforduló december 22-e vagy 23-a (az északi félgömbön ez a téli, a déli félgömbön ez a nyári napforduló), illetve június 21-e vagy 22-e (az északi félgömbön nyári, a délin téli napforduló).

A napéjegyenlőség március 21-e vagy 22-e (az északi félgömbön tavaszi, a délin őszi napéjegyenlőség), illetve szeptember 23-a (az északi félgömbön ez az őszi, a déli félgömbön a tavaszi napéjegyenlőség).

Amikor a Föld tengelyferdeségének következtében az északi félgömb irányul a Nap felé, nyár alakul ki, ugyanekkor a déli félgömbön tél van. Azt amikor a napsugarak hajlásszöge a legnagyobb, napfordulónak nevezzük: nyári napforduló az északi félgömbön, téli napforduló a déli félgömbön. Ellentétes napállás esetén a helyzet fordítottan ismétlődik. A köztes helyzetekben a félgömbtől függően tavaszi és őszi napéjegyenlőségről beszélünk. A Napéjegyenlőségek napján a nappal és az éjszaka hossza azonos (a tavaszi napéjegyenlőséget követően a nappalok hosszabbak, az őszi napéjegyenlőség után rövidebbek lesznek az északi féltekén).

A Föld forgástengelye a Nap körüli keringés során mindig ugyanarra a pontra, a Sarkcsillagra mutat.

## A Föld és a világűr

A Föld nem egy elszigetelt pontja az űrnek, hanem sokkal inkább a többi égitest és főként a Nap hatásának kitett bolygó. A csillagról hatalmas mennyiségű különféle sugárzás, rádióhullámok, fény, hő stb. éri planétánkat. A Hold szintén kifejti hatását a földi árapályjelenség során.

### Meteoritbecsapódások

A meteorit a világűrből érkező kőzet- (vagy fém-) töredék, mely nagy sebességgel éri el bolygónkat. A meteoritok általában parányi méretűek, és a légkörön áthaladva elgőzölögnek. Néhány közülük elég nagy ahhoz, hogy egy darabja elérje a Föld felszínét. Ezek azután betemetődnek, és csak véletlenül kerülnek napvilágra. A legnagyobbak a holdunkéhoz hasonló mélyedést, krátert alakítanak ki.

A meteorit a világűrből érkező kőzet. A rajz azt mutatja, hogy becsapódás krátert hagy maga után a Föld felszínén.

### A becsapódások következménye

A legtöbb meteoritbecsapódás észrevétlen marad. Csak néhánynak van ismert, felbecsülhető hatása a Földre. Az egyik legnagyobb még ma is létező kráter az USA Arizona államának sivatagi területén található. Az egyik elmélet, amely a dinoszauruszok eltűnését magyarázza, úgy tartja, hogy egy óriás meteorit becsapódása okozott katasztrófát: hatalmas mennyiségű poranyag került a légkörbe, mely évtizedekre megakadályozta a napfény felszínre jutását. Így egyrészt lecsökkent a hőmérséklet, másrészt elpusztultak a növények, és eltűntek az óriás hüllők.

Nagyméretű meteorit által kialakított kráter Arizona sivatagi területén.

### Az árapályjelenség

A holdi gravitációs erő a legfőbb oka a világtengerek periodikus vízszintemelkedésének és csökkenésének. A Hold vonzást gyakorol a felé néző víztömegre dagályt előidézve a Föld ezen oldalán; az ellenkező oldalon a centrifugális erő okoz dagályt, a két dagálypúp között apály alakul ki. Ha a Hold és a Nap egy vonalba kerül (újhold idején) vonzásuk összeadódik, és extrém magas dagályt hoznak létre, ez a szökőár.

### A napszél

Intenzív naptevékenység idején a Napból áramló protonok és neutronok jelentős változásokat okoznak a rádiózásban és a hírközlésben. Különösen a 10-11 évenként bekövetkező aktivitási csúcsok idején keletkeznek olyan elektromágneses viharok, melyek hirtelen minden telekommunikációt megszakíthatnak. Az elektromágneses viharok az időjárásra is hatással vannak.

A Föld mágneses mezejének Van Allen-övei fogják fel a Napszél részecskéit.

A magnetoszféra a Föld mágneses mezejének része, mely messze kinyúlik a világűrbe.

### A sarki fény

A sarki fény az egyik leglátványosabb jelenség, melyet a Föld légkörébe érkező elektromosan töltött részecskék okoznak. Csak a sarkvidékek közelében lehet megfigyelni. Mivel emberek csak az északi félgömb sarkvidéki területein élnek, a jelenséget északi fénynek nevezték, noha az Antarktiszon is előfordul. A sarki fény akkor jelenik meg az égbolton, amikor a napszél eléri a Föld légkörét, és az elektronok, illetve protonok csodálatos színű fényeket bocsátanak ki.

A világűrből a sarki fény egy pólus körüli fénygyűrűként látszik.

Egy csodálatos látvány

A földi szemlélő számára a sarki fény egy csodálatos színekben pompázó, hatalmas hullámzó fényfüggöny az égen.

## A Hold: égi kísérőnk – és meghódítása

A Hold a Föld égboltjának egyik leglátványosabb égiteste, amely jelentős hatást fejt ki óceánjainkra is. A Hold szilárd test, viszonylag nagyméretű, és kötött tengelyforgással kering bolygónk körül, vagyis egyik oldalát mindig elrejti a Föld elől. A Hold volt az első égitest, amelyen az ember megvetette a lábát.

### Általános jellemzők

Kísérőnk igen jelentősen eltér a Földtől. Kisebb mérete következtében a tömegvonzása nem képes légkört megtartani, így nincs védőpajzsa, ezért a felszíne mindenféle méretű meteorit folyamatos bombázásának van kitéve. Innen erednek a felszínének jellegzetességei: a hatalmas síkságok és a mindent beborító, különböző méretű becsapódási kráterek.

A Hold-felszín elhagyásához az űrhajónak 2,38 km/mp sebességre kell felgyorsulnia.

A holdi tömegvonzás a földiének az egyhatod részével egyenlő.

A Hold csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Legnagyobb távolság a Földtől | 405 500 km |
| Legkisebb távolság a Földtől | 363 300 km |
| Tömeg | 0,0123-szerese a Földinek |
| Átmérő | 3 476 km |
| Sűrűsége | 0,62-szerese a Földének |
| Felszíni hőmérséklet határértékei | +130 °C nappal, -150 °C éjszaka |

Néhány kőzet azok közül, melyeket az űrhajósok hoztak magukkal a Hold felszínéről.

### A Hold belső szerkezete

Mivel a Hold átlagos sűrűsége 3,42-szerese a vízének (a Föld ezen értéke 5,52), a belsejében valószínűleg kevés nehéz anyag található. Főként vas alkotja a magot (1). Ezt veszi körül a köpeny (2), mely a Földéhez hasonlóan kőzetekből áll, és kéreg (3) takarja. A kérget porból és kőzettörmelékből álló üledékréteg fedi.

A keresztmetszet A Hold belső szerkezetét ábrázolja.

Mi a Regolit?

A Hold felszínét borító, porból és kőzettörmelékből álló váztalajt nevezzük regolitnak.

A Hold kisebb tömegvonzása miatt a Földön 72 kg-os súlyú ember holdi súlya 12 kg.

A Hold felszínét borító porréteg jelentős része a világűrből érkezett meteoritokkal való ütközés során keletkezett.

### A Hold kialakulása

A Hold keletkezését három elmélet magyarázza: 1) Amikor a Hold a Földhöz közel haladt el, bolygónk befogta, és Föld körüli pályán tartotta; 2) a két égitest ugyanabból a Nap körül keringő anyagnak a tömegéből származik; 3) a Hold anyaga bolygónk dudoraként a centrifugális erő hatására szakadt ki a Földből. Jelenleg egy új, az előző hármat egyesítő elmélet létezik: a Föld kialakulásakor összeütközött egy másik, Mars méretű égitesttel, ennek eredményeként bolygónk anyagának egy része kidobódott, majd összetömörödött, és létrejött belőle a Holdunk. Ez az elmélet magyarázatot ad a Hold és a Föld közötti szerkezeti különbségekre.

A Hold kialakulásának első szakaszában

Meteoritzápor

Intenzív vulkanizmus hárommilliárd évvel ezelőtt

A jelenlegi állapot

A növekvő Holdnak a jobb oldala megvilágított

A fogyó Holdnak a bal oldala van megvilágítva

A Hold megvilágítottsága a négy fázisban

### A Hold fényváltozásai

A Hold ugyanabban az irányban mozog a Föld körül, amerre bolygónk is halad. A Hold tengelyforgási ideje 27,3 nap, ez pontosan megegyezik Föld körüli keringésének periódusával. A Hold fényváltozásainak időtartama 29,5 nap, ez pedig a Naphoz viszonyított helyzetétől függ. Amikor a Hold Földről látható oldala teljesen meg van világítva, teliholdról beszélünk; amikor a Nap a Hold túlsó felét világítja meg, és a Földről semmi sem látható kísérőnkből, újhold van. A növekvő és a fogyó fázisok idején (első és utolsó negyedkor) a Hold felét látjuk megvilágítva.

Újhold

növekvő, első negyed hold

telihold

fogyó, utolsó negyed hold

## A Hold felszínformái

Holdunk felszínén – ahogy a Földről egy egyszerű vadásztávcső mutatja – jól kivehető területek és kráterek körvonalai váltják egymást. Mivel a holdi nap ugyanolyan hosszúságú, mint a holdi év (mindkettő egy földi hónapnak fele meg), a Földről mindig ugyanazt az oldalt láthatjuk. Az ember alkotta műholdak tették lehetővé, hogy megismerjük a Hold túlsó oldalát, melyet szintén tengerek és rkáterek borítanak.

### Holdtengerek

Ezek a hatalmas kiterjedésű sötét területek borítják a felszín többi részét; azt gondolhatnánk valaha itt is tengerek voltak. Valójában mély fekvésű területek, melyeket ősi meteoritbecsapódások nyomán fedett be vastag lávaréteg a Hold vulkanikusan aktív korai időszakában.

A nyugalom tengere

Az első űrhajósok a Holdon a Nyugalom tengere elnevezésű területen szálltak le.

Néhány ismert holdi tenger: Nyugalom tengere, Esők tengere, Válságok tengere, Viharok tengere, Felhők tengere

### Kráterek

Nagyon sok kráter borítja a teljes Holdfelszínt: a meteorok akadály nélkül nagy erővel ütköznek bele, mivel a Holdon nincs védelmet nyújtó légburok, mely elégetné vagy lassítaná őket. A kráterek nagyon különböző méretűek, a néhány centiméterestől a 200 km átmérőig. Sok kráterben kis kiemelkedés vagy központi csúcs magasodik. A holdi vulkánok szintén kialakítottak néhány krátert, de ezekben soha nincs központi csúcs.

A Hold egyik legnagyobb kör alakú katlanja, a 233 km átmérőjű Clavius kráter.

Mindig ugyanaz az oldal

Mivel a Hold egy teljes keringést pontosan annyi idő alatt tesz meg, amíg egyszer megfordul a tengelye körül, mindig ugyanazzal az oldalával fordul bolygónk felé.

### A Hold Föld felőli oldala

A Hold Földről látható oldalának negyven százalékát foglalják el a tengerek. A felszín többi részén kráterek, hegyláncok és völgyek, valamint sugársávos szerkezetek találhatók; ez utóbbi forma a meteoritbecsapódáskor radiálisan szétszóródott anyag lerakódásával keletkezett. A Hold felszíne egyenetlen, némelyik hegység a 8000 méteres magasságot is meghaladja.

A Hold-felszín távcsöves megfigyelésére a növekvő vagy fogyó fázis a legalkalmasabb.

A Hold librációja következtében a felszín 59%-át láthatjuk a Földről, más szóval kicsit többet, mint egy teljes oldalt.

### A Hold túlsó oldala

Ennek az oldalnak a szerkezete hasonlít, a Föld felöli oldaléhoz, de felszíni formái jelentősen eltérnek: szinte a teljes felületet kráterek borítják, és az egyetlen tenger annak a területnek a közelében található, melyet a Földről is láthatunk. A Hold túlsó oldalán a kéreg vastagabb, mint a bolygónk felőli oldalon.

A rejtőző oldal

Az első képeket a Hold túlsó oldaláról 1959-ben kaptuk a Luna 3 szovjet űrszondának köszönhetően.

A kísérleti holdrengések a Földről is észlelhetőek voltak.

## A Mars

Vörös színe miatt a Mars az egyik legjobban felismerhető bolygó. Kisebb, mint a Föld, felszínén homokkal, kőzetekkel borított hatalmas síkságok, hegyek és kisebb kráterek találhatók. Légköre nagyon vékony, de a sarkvidékek területét tekintélyes jégsapka borítja, melynek kiterjedése évszakosan változó. A bolygónak két kisméretű holdja van.

### Általános jellemzők

A Mars sugara fel a Földének, a bolygó jellegzetessége intenzív vörös színe – mely a felszínét borító vas-oxidoknak köszönhető – és a poláris jégsapkák fehér foltjai. Mivel a bolygó forgástengelye a Földünkéhez teljesen hasonló szögben hajlik pályasíkjához, a Marson egymástól jól elkülöníthető évszakok alakultak ki.

A Viking űrszonda a Mars felszínén

A Mars csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 228 000 000 km |
| Tömeg | 0,107 földtömeg |
| Átmérő | 6 786 km |
| A nap hossza | 24,5 óra |
| Az év hossza | 1,88 földi év |
| Felszíni hőmérséklet határértékei | +20 °C, -120 °C |

### A bolygó belső felépítése

A Mars szilárd bolygó vasmaggal (1) a belsejében, ezt veszi körül a kőzetköpeny (2), és a legkívül a kéreg (3) helyezkedik el. Domborzata változatos. Hatalmas kiterjedésű sivatagjait vöröses homok és kőzet borítja, magas hegyei többszörösen felülmúlják a Mount Everest magasságát. Óriási méretű tektonikus völgyek, vulkáni kráterek és néhány kisebb méretű, meteoritbecsapódás által kialakított kráter teszi változatossá a Mars felszínét.

Az Olympus Mons egy ősi pajzsvulkán, a legismertebb hegycsúcs a Marson. Magassága 25000 méter.

A Mars belső szerkezetének keresztmetszete

A tömegvonzűs a Marson 0,38 része a földinek, a bolygó elhagyásához szükséges szökési sebesség 5km/másodperc

### A Mars Holdjai

A Marsnak két kis holdja van, 1877-ben fedezték fel őket: a két égitestet Phobos és Deimos névre keresztelték a római hadistennek, Marsnak a harci szekerét húzó két ló után. A két hold, mint halvány fényű csillagok látszólag lassú mozgással járnak körbe a Mars égboltján. Szabálytalan alakúak, és úgy hisszük, aszteroidák, melyeket a Mars gravitációs erejével fogott be. A Földről csak nagy teljesítményű távcsővel látszanak.

### Porviharok

A Mars egyik legjellegzetesebb sajátossága a nagy viharok, melyek hatalmas mennyiségű port kapnak fel. Mivel a légkör nagyon vékony, a por gyorsan visszaülepedi a felszínre. Úgy tűnik, ez lehet a magyarázata a régi csillagászok által megfigyelt „csatornáknak”, melyről sokan úgy gondolták, hogy a marslakók készítették.

A nagy energiájú porviharok alakítják a bolygó felszínét.

Ritka légkör

A sarki jégsapkák vízből és szén-dioxidból állnak, ez utóbbi a bolygó ritka légkörének legfontosabb alkotóeleme.

A Phobos adatai: legnagyobb átmérő 27 km, nagy kráterének átmérője 10 km, távolsága a Mars felszínétől 9400 km. Keringési ideje 7 óra 39 perc.

A Deimos adatai: átmérője 16 km, távolsága a Mars felszínétől 23 000 km. Keringési ideje 30 óra.

## Mars: lakható bolygó?

### Marslakók

Schiaparelli olasz csillagász 1877-ben felfedezett néhány sötét színű hosszú vonalat a bolygó felszínén, melyeket marsi csatornáknak nevezett. Ezzel megkezdődött a találgatás eredetükről, és nem kevesen gondolták azt, hogy mesterséges öntözőcsatornák, melyeket a marslakók építettek. A feltételezés nagyon népszerűvé vált, és sok ember hitte, hogy a Marson létezik az élet, vagy legalábbis létezett. Ez volt a kezdete a marslakók iránt táplált hiedelemnek. A marslakók voltak a legnépszerűbb témái a tudományos-fantasztikus regényeknek, filmeknek, egészen addig, míg az űrszondák megmutatták, hogy jelenleg nincs élet a Marson.

Az angol H. G. Wells által írt Világok háborúja (1898) volt az egyik leghíresebb tudományos-fantasztikus mű, mely a marslakók földi invázióját meséli el.

A mozivásznon a nem létező marslakók néha elképesztő formában jelentek meg. A „Támadás a Marsról” című film egyik jelenete.

### Űrállomás a Marson?

A Naprendszer összes bolygója közül a Mars rendelkezik az emberi űrbázis kialakításához szükséges legjobb feltételekkel. Így is sok erőfeszítésbe kerülne ennek megteremtése, mert többek között nincs levegővételre alkalmas légkör. Mindazonáltal a kutató űrhajónak elemeznie kell a felszín anyagában jelzett nagy mennyiségű oxigént, ez nem elérhető a légkörből, de kötött formában jelen van a talajban, ahonnét kinyerhető. Szintén ismertté vált több kiszáradt folyómeder, ahol a múltban élet lehetett. Ahhoz, hogy a Marson egy földi űrbázis valósuljon meg, nagy teljesítményű rakéták kellenek, melyeknek valószínűleg közbülső állomásra lesz szükségük, hogy az állandó bázis folyamatos anyagellátását biztosítani tudják.

Marsi meteorit

A szerves kémiai vegyületek és szerkezetük nagyon hasonló egy Földünkön begyűjtött, marsi eredetű meteoriton talált feltételezett mikrofosszíliához.

## A kisbolygóövezet

A Mars és a Jupiter között egy 550 millió kilométer széles sáv található, ahol megszámlálhatatlan mennyiségű és különböző méretű, főként kőzetekből felépülő égitest, illetve apró törmelék található; ezeket együttesen aszteroidáknak, más néven kisbolygóknak nevezzük.

### A szellembolygó

A 19. századig nem tudtak a kisbolygók létezéséről, de a csillagászok úgy számoltak, kell lennie egy bolygónak ezen a területen annak ellenére, hogy nem boldogultak a felfedezésével. A 19. század végén aztán több tudományos kutatócsoport a szellembolygó szervezett keresésébe kezdett. 1801. január 1-jén egy olasz csillagász, G. Piazzi a csillagok tanulmányozása közben észrevett egy fényes égitestet, mely nem szerepelt egyetlen korábbi csillagászati térképen sem, a mozgási pályája pedig eltért a csillagokétól. Így fedezte fel az első aszteroidát, mely a Ceres nevet kapta a római termékenység istennője után.

Néhány aszteroida nem követi a kisbolygóöv égitesteinek pályáját: ilyenek a trójai kisbolygók, melyek a Jupiter bolygó pályáján mozognak.

A Galileo űrszonda 1995-ben, közeli felvételeket készített a Gaspra és az Ida kisbolygókról.

A Ceres 1000 km, a Pallas 450km, a Vesta 380 km, a Juno 190 km átmérőjű.

A kisbolygóövezet elhelyezkedése. Az aszteroidák össztömege nem éri el a földtömeg ezredszeresét.

### A kisbolygók eredete

A legújabb adatok ismeretében úgy képzelik, hogy az aszteroidák a Naprendszer kezdeti anyagának darabjai, és össztömegük alapján biztosan állítható, hogy soha nem alkottak bolygót. A Nap tömegvonzásának hatására a törmelékdarabok közös pályán gyűltek össze. A feltételezések szerint legalább egymillió egy kilométernél nagyobb méretű darab létezik, a kisebbek száma pedig ennél sokkal több. Egy másik elmélet szerint az aszteroidák egy szétrobbant bolygó maradványi, de ez elég valószínűtlen elképzelés.

A Földtől legkisebb távolságra elhaladó aszteroida a Hermész, a trójai kisbolygók egyik tagja 1937-ben 780 000 kilométerre közelítette meg bolygónkat.

## A Jupiter

A Jupiter a Naprendszer legnagyobb bolygója; hatalmas tömegének legjelentősebb részét gáz, folyékony halmazállapotú hidrogén és hélium alkotja. A felszínét borító felhőzet jellegzetesen sávos elrendeződésű. A bolygót vékony gyűrű veszi körül, ismert holdjainak száma 69.

### Általános jellemzők

Az óriásbolygónak elnyúlt pályája van; ennek következtében néha viszonylag közel kerül a Földhöz, távolsága ekkor mindössze 600 millió kilométer. Nagyobb nagyítású vadászcsővel már láthatjuk a Jupiter négy legnagyobb holdját is. Mivel a bolygó tengely körüli forgása nagyon gyors, a légkörét alkotó felhőzet széles sötét és világos színű sávokba rendeződött. A sávok találkozásánál gyakran örvények keletkeznek, a legfeltűnőbb a Nagy Vörös Folt.

A Jupiter csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 778 000 000 km |
| Tömeg | 318 földtömeg |
| Átmérő | 142 980 km |
| A nap hossza | 10 óra |
| Az év hossza | 11,9 földi év |
| Felszíni hőmérséklet | -110 °C |

### Kémiai összetétel

A Jupiter belsejében egy kőzetből álló kisméretű belső mag (1) helyezkedik el, ezt veszi körül a fémfázisú hidrogénből álló külső mag (2). A magot egy folyékony hidrogénből álló réteg (3), végül a gázokból álló vékony légkör (4) követi. A Jupiter teljes anyagmennyiségének 90%-a hidrogén, 5%-a hélium, 3%-a metán és ammónia, a maradék pedig különböző kémiai vegyületekből áll. A légkör sűrű felhőrétege jellegzetes, egymást követő sötét és világos sávokat formál.

A Jupiter belsejében levő kőzetmag a bolygó össztömegének mindössze 4%-át képezi.

A Jupiter kémiai összetétele nagyon hasonló annak az ősi anyagfelhőnek az anyagához, amelyből a Naprendszer származik.

A Jupiter belső szerkezetének keresztmetszete

### A Jupiter holdjai

A Jupitert összesen 69 hold veszi körül, melyek a legkülönbözőbb távolságra helyezkednek el a bolygótól. A legnagyobbak az 5326 kilométeres átmérővel rendelkező Ganümedész (nagyobb, mint a Merkúr és a Hold), a 4880 km átmérőjű Kallisztó, a 3630 km átmérőjű Ió és a 3140 km átmérőjű Európa. A legkisebb ismert holdja a Léda, mely csak 16 km átmérőjű. A Jupiterhez legközelebbi hold az Ió, melynek alakja kisség eltorzult az óriásbolygó gravitációs erejének hatására. Ez az erő működteti az Ió vulkánjait, de meteoritbecsapódásból származó kráterek is találhatók rajta. Az Európa felszínét rózsaszínes jégréteg lepi el. A Ganümedészt szintén jég fedi, míg a Kallisztó teljes felszínét kisebb kráterek sokasága borítja.

Az Európa nevű Hold felszíne sima a jégtakaró miatt, mely alatt valószínűleg folyékony víz is található.

A Jupiter által kibocsátott rádióhullámokat a földi rádióvevő készülékek frekvenciasávján érzékelhetjük.

A grafika a Jupitert (balra fent) és holdjait mutatja – előtérben a Kallisztóval.

## A Szaturnusz

A Szaturnusz a második legnagyobb bolygó, melyet az őt körülvevő gyűrűrendszer miatt a legkönnyebb felismerni; a Naprendszer legkisebb sűrűségű bolygója. Lassan kering a Nap körül, és főként gáz, illetve folyékony halmazállapotú hidrogén és hélium építi fel. Légkörében sűrű felhőréteg található, és sok holdja közül 18 nagyobb méretű.

### Általános jellemzők

A Jupiternél valamivel kisebb Szaturnusz jellegzetessége anyagának alacsony sűrűsége; képes lenne a víz tetején lebegni. Gyűrűit Galilei fedezte fel, és a Szaturnusz holdjainak vélte, mert távcsövének felbontóképessége nem volt elég nagy. Mivel a bolygó forgástengelyének hajlásszöge 27°, néhány éves időközönként a gyűrű a vékony síkjával fordul felénk. A gyűrű kisméretű kőzetdarabok és jégtömbök sokaságából áll, melyek mindössze néhány méter hosszúságúak.

A Szaturnusz tömegvonzása 0,93-szorosa a földinek.

A Szaturnusz tömegvonzásának leküzdéséhez 35,5 km/mp sebesség szükséges.

A Szaturnusz – a kép előterében látható Dione holdjával. A Szaturnusz gyűrűjének szélessége 70 000 km, de vastagsága mindössze 20 km.

A Szaturnusz csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 1 430 000 000 km |
| Tömeg | 95,2 földtömeg |
| Átmérő | 120 540 km |
| A nap hossza | 10,5 óra |
| Az év hossza | 29,5 földi év |
| Felszíni hőmérséklet | -150 °C |

### Kémiai összetétel

A bolygó belsejében kisméretű kőzetmag (1) helyezkedik el, mely kisebb a Jupiterénél, ezt követi a fémfázisú hidrogénréteg (2) és a folyékony molekuláris hidrogén zónája (3). A Szaturnusz 94 százalékát hidrogén, 5 százalékát hélium, egy százalékát egyéb elemek csoportja alkotja. Felszínén hatalmas viharok dúlnak, ahol a szél sebessége eléri az 1800 km/órát.

A Szaturnusz belső szerkezetének keresztmetszete

Részlet a Szaturnusz gyűrűjéből melyet jég – és kőzetdarabok építenek fel.

Úgy tűnik, a gyűrűrendszer anyaga a kialakuláskor nem állt össze holddá.

### A Szaturnusz holdjai

A Szaturnusznak 18 nagyobb méretű, több tucat kisebb méretű holdja van, és gyűrűjében számtalan törmelékhold található. Az összes közül a Titán a legnagyobb 5150 kilométeres átmérőjével; 1 222 000 kilométerre, azaz közepes távolságra helyezkedik el a bolygótól. Jellemzője a vastag légkör, melynek 97%-a nitrogén, a maradéka metán és egyéb szénhidrogének. A holdat beborító sűrű felhőréteg alatt feltehetően hatalmas metánóceánok vannak. 2004-ben érkezik a Cassini űrszonda a Titánhoz, hogy kiderítse, mi rejtőzik a felhőtakaró alatt.

A Voyager űrszonda kimutatta, hogy a Szaturnusz gyűrűje egymást követő nagyon vékony gyűrűk rendszere.

A 392 km átmérőjű Mimas holdnak az égitesthez képest félelmetesen nagy, 100 kilométer átmérőjű becsapódási krátere van.

## Az Uránusz

Az Uránusz szintén óriásbolygó, de Földünktől még távolabb helyezkedik el, s szabad szemmel alig látható. A többi bolygóhoz hasonló az összetétele, és szintén gyors a tengely körüli forgása. Az Uránusznak is van egy vékony gyűrűkből álló gyűrűrendszere, melyet távcsővel figyelhetünk meg. Eddig 17 holdját (beleértve az öt nagy holdját) fedezték fel.

### Általános jellemzők

Az Uránusz óriásbolygó, még ha kisebb is, mint a Jupiter és a Szaturnusz. William Herschel 1781-ben fedezte fel az Uránuszt, mely a távcsövön keresztül kékes színűnek látszik. Az egyik legkirívóbb sajátossága a forgástengelyének ferdesége – 98° -, ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy az Uránusz benne fekszik keringési síkjában. Holdjai a bolygó forgástengelyéhez hasonlóan merőleges szögben hajlanak pályájukkal a Naprendszer síkjához. A jelenség pontos magyarázata nem ismert; vagy a bolygó kialakulása során történt rendellenesség, vagy egy óriás meteorit billenthette ki az Uránuszt.

A kékeszöld színű Uránusz, ahogy Miranda nevű holdjáról látnánk.

### Kémiai összetétel

Az Uránuszt valószínűleg kőzetmag (1) és jéggé fagyott vastag köpeny (2) építi fel, melyet egy gázokból álló légkör (3) takar. A légkör összetétele megegyezik a többi óriásbolygó légkörével: hidrogén, hélium, metán és egyéb szénhidrogének alkotják, azonban kitűnik a metán nagyobb mennyisége, melyet az Uránusz zöldes színe igazol.

### Az Uránusz gyűrűi

A csillagászok nem tudták megfigyelni a bolygó gyűrűit, létezését azonban biztosan tudták, mert valahányszor az Uránusz elfedett egy csillagot, már a bolygótakarás előtt elhalványodott a csillag fénye. 1986-ban a Voyager űrszonda került olyan közelségbe az Uránuszhoz, hogy le tudta fényképezni gyűrűit. A rendszer tíz vékony gyűrűből áll, melyeket kis kőzetdarabok és egyéb nagyon sötét anyagok építenek fel.

Az Uránusz belső szerkezetének keresztmetszete

### Az Uránusz holdjai

Eddig öt nagyobb és tizenkét kisebb holdját fedezték fel. A holdak 50 000 és 12 000 000 km közötti távolságban helyezkednek el. A Voyager űrszondának sikerült felvételeket készítenie az Uránusz meglehetősen sötét felszínéről, melyet sötét jég borít. A fényképeken felszíni repedéseket és néhány krátert lehet látni. A Miranda a legkisebb nagyhold, melynek átmérője 470 km – úgy vélik, korábban több darabra esett szét, majd újra összeállt.

Az Uránusz gyűrűinek elhelyezkedése a Voyager űrszonda megfigyelése alapján.

Az Uránusz négy legnagyobb holdja és átmérőjük, balról jobbra, illetve fentről lefelé: Ariel (1160 km), Umbriel (1170 km), Titania (1580 km), Oberon (1520 km).

Az Uránusz csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 2 870 000 000 km |
| Tömeg | 14,6 földtömeg |
| Átmérő | 51 118 km |
| A nap hossza | 17,2 óra |
| Az év hossza | 84 földi év |
| Felszíni hőmérséklet | -216 °C |

## A Neptunusz

A Neptunusz egy kék színű gázbolygó, melyet csak távcsővel figyelhetünk meg. Légköre nagyon aktív, melyet jeleznek a légörvények foltjai és a légkörön keresztbe futó sávok. Egy kisebb gyűrűje és nyolc holdja van.

### Általános jellemzők

A Neptunusz egy kőzetmagból, egy az azt körülvevő vastag jégköpenyből és a felszínt beborító gáz légkörből áll. Kémiai összetétele azonos a többi óriásbolygóéval, főként hidrogén, hélium és metán építi fel. Gyűrűje teljes, bár a Földről csak egyes szakaszai figyelhetők meg. Nyolc kísérője közül csak kettő (Triton és Nereida) látható bolygónkról, a többit a Voyager 2 űrszonda fedezte fel 1989-ben.

A Neptunusz tömegvonzása 1,12-szorosa a földinek.

A Neptunusz tömegvonzásának leküzdéséhez 23,3 km/mp sebességre van szükség.

A Triton 2700 km átmérőjű, és a Neptunusszal ellentétes irányban végzi tengelyforgását; ennek következtében sebessége fokozatosan csökken, és 100 millió éven belül belezuhan a bolygóba, majd megsemmisül.

A Neptunust (kék színben) két fő holdjával, a Tritonnal (lent) és a Nereidával (lent).

A Nereida átmérője 340 km. A hold valószínűleg önálló égitest volt, melyet a Neptunusz tömegvonzása befogott, és bolygó körüli pályára állított.

A Neptunusz csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 4 500 000 000 km |
| Tömeg | 17,23 földtömeg |
| Átmérő | 49 528 km |
| A nap hossza | 16 óra |
| Az év hossza | 165 földi év |
| Felszíni hőmérséklet | -216 °C |

## A Plútó

A Plútó a legtávolabbi ismert bolygó a Naprendszerben, a róla rendelkezésre álló adatok még mindig nagyon hiányosak. Ráadásul egyetlen űreszköz sem közelítette még meg. Egy kisméretű kőzetbolygó rendkívül ritka légkörrel és egy holddal.

### Általános jellemzők

A bolygót 1930-ban fedezték fel azt követően, hogy már hosszú ideje pályaháborgatást észleltek a Neptunusznál. Mivel a Plútó jelentősen eltér a többi bolygótól, azt gondolták, hogy egy vándorló égitest, melyet Naprendszerünk úgy fogott be gravitációs erejével. A bolygó kőzetmagját egy metánjégből álló réteg veszi körül. A szilárd felszín metánból épül fel, ugyanúgy a ritka légkör. A felületén található sötét foltok feltehetően kráterekkel borított részek.

A Plútó felszínén a tömegvonzás 0,04-szorosa a földinek.

A Plútó tömegvonzásának leküzdéséhez az űrhajónak 10,4 km/mp sebességre kell felgyorsulnia.

A Plútó (jobbra) és holdja, a Charon, amely a bolygónak mindig ugyanazt az oldalát mutatja.

A Charon nevű hold 24 000 km távolságra van a Plútótól; átmérője 1200 km, amely kivételesen nagy a bolygójához viszonyítva A holdat 1978-ban fedezték fel.

A Plútó csillagászati jellemzői

|  |  |
| --- | --- |
| Közepes naptávolság | 5 900 000 000 km |
| Tömeg | 0,002 földtömeg |
| Átmérő | 2300 km |
| A nap hossza | 6,4 óra |
| Az év hossza | 248 földi év |
| Felszíni hőmérséklet | -223 °C |

# Az Univerzum felfedezése

## A régi idők híres csillagászai

A régi időkben a mai értelemben vett csillagászat nem létezett. A papok feladata volt, hogy figyeljék az égboltot, ők vizsgálták a csillagokat, hogy mindennapi kérdéseikre választ kapjanak. A nagy görög gondolkodók, a tudományok alapítói voltak az elsők, akik tanulmányozták az égboltot, és lerakták a csillagászat alapjait.

### Arisztotelész

A görög filozófus i.e. 384-ben született Sztageirában, és i.e. 322-ben halt meg Khalkiszban. Ő volt az ókor egyik legfőbb gondolkodója, elkötelezettje volt a botanikának, a zoológiának, a pszichológiának, az orvostudománynak, a fizikának, a csillagászatnak és a filozófiának. S bár a felsorolt tudományok munkásságának csak egy részét tették ki, gondolkodói tehetsége olyan kiváló volt, hogy ezeken a területeken tett megállapításait évszázadokon keresztül megcáfolhatatlan tényeknek tartották. Arisztotelész úgy gondolta, hogy a Föld gömb alakú, és mozdulatlanul áll a világegyetem középpontjában. A többi bolygó, a csillagok, a Hold és a Nap keringenek körülötte. Nézetét filozófiai megfontolások alakították ki, s mivel senki sem rendelkezett modern matematikai ismeretekkel és csillagászati eszközökkel, nem is lehetett megcáfolni őt. Arisztotelész kijelentéseit csaknem ezer éven keresztül abszolút igazságoknak tekintették.

Arisztotelész Az égboltról című művében kijelölte a csillagászat területét.

I.e. 335-ben Arisztotelész megalapította híres iskoláját a Lükeiont.

Arisztotelész Platón tanítványa és Nagy Sándor nevelője volt.

### Hipparkhosz

A görög tudós az időszámításunk előtti második században élt; sok részletet nem tudunk életéről, de őt tekintik a tudományos csillagászat megalapítójának. Elvégzett néhány fontos számítást a Napra és a Holdra vonatkozóan, és körülbelüli pontossággal megadta a Hold pályáját. Az egyik legfontosabb munkája az első csillagkatalógus volt. Több mint ezer csillagot tudott azonosítani, melyeket fényességük szerint hat osztályba sorolt, módszere a mai napig használatban van.

Csillagkatalógus

Az ókori csillagkatalógus nagyon fontos támpont volt a csillagok hosszú idő alatt bekövetkező helyzetváltoztatásainak megértéséhez.

### Eratoszthenész

A görög földrajztudós, filozófus és csillagász, Eratoszthenész i.e. 275. körül született Kürénében, és 194-ben halt meg Alexandriában. Ügyes matematikus volt, aki pontos számításokat végzett földrajzi távolságok meghatározásához. Ő volt a híres alexandriai könyvtár igazgatója. Az egyik legnagyobb teljesítménye a Föld kerületének kiszámítása volt. Megfigyelte, hogy a nyári napforduló idején (június 22.) Asszuán kútjainak vízében tükröződött a napkorong (merőleges napállás), ugyanekkor a vele azonos délkörön, tőle északra fekvő Alexandriában a tárgyak kis árnyékot vetnek (alacsonyabb napállás). Ez a Föld görbületét bizonyította. A napsugarak hajlásszögének különbsége úgy aránylik a teljes körhöz, mint a két város közötti távolság a Föld kerületéhez. Megmérte a két város közötti távolságot, melyből pontosan megkapta a Föld sugarát és kerületét.

Bár az egyiptomiak sok tudományban járatosak voltak, nem ismerjük csillagászati számításaikat.

Eratoszthenész számításai során a Föld sugarára 6400 km-t kapott. Ez roppant közel van a napjainkban mért értékhez (6371 km).

### Klaudiosz Ptolemaiosz

A görög filozófus, matematikus és csillagász az i.u. 1-2. században élt Alexandriában. Egy tizenhárom kötetből álló hatalmas művet alkotott Megalé Szüntaxisz (Nagy összefoglalás) címmel, amelyben összegyűjtötte az összes létező csillagászati ismeretet. Ezenkívül csillagászati táblázatokat állított össze, és fontos térképészeti munkát végzett: elkészítette korának legpontosabb térképeit. Ptolemaiosz csillagkatalógusa 1200 csillagot tartalmazott. A csillagászat tudományához az öt kötetben leírt bolygórendszermodel megalkotásával járult hozzá legfőképpen. Az univerzumról alkotott elméletét a csillagászok tizenhárom évszázadon keresztül alkalmazták.

### Ptolemaiosz földközpontú világképe

A Ptolemaiosz által leírt rendszer a Földet tekinti az univerzum középpontjának. Támogatta a Föld gömbalakúságát, és azt állította, hogy a Hold, a bolygók, a Nap és a csillagok egy tökéletes körpályán keringenek a Földünk körül. Aszabálytalan mozgásokra (a bolygók látszólagos hátrálására) egy bonyolult, de hihető magyarázatot kínált.

## Az új idők csillagászai

A klasszikus görög csillagászoknak a világegyetemről alkotott elképzeléseit évszázadokon keresztül abszolút igazságoknak tekintették. A 16. száza hozta el az első nagy forradalmi változást a csillagászatban, amikor Kopernikusz azt állította, nem a Föld van az univerzum középpontjában. Ettől az időtől kezdett a csillagászat olyan tudománnyá átalakulni, amilyennek ma ismerjük.

### Nikolausz Kopernikusz

A lengyel csillagász 1473. február 19.-én született a Visztula parti Torunban, és 1543. május 24.-én halt meg Frauenburg (ma Frombork) városában. Kopernikusz jogot, csillagászatot, nyelvészetet tanult Krakkó, Bologna és Padova egyetemein. 1512-ben kanonokként (a római katolikus egyházban tisztségviselő pap) kezdte pályáját Frauenburgban, ahol már, mint elkötelezett tudós végezte csillagászati megfigyeléseit. Ezenkívül kiötlötte a város számára hasznos találmányát, egy hidraulikus vízvezetékrendszert. Kopernikusz nagy körültekintéssel kezelte korának tudományos elméleteit, melyeket összevetett a legfrissebb elérhető információkkal és saját megfigyeléseivel. Ezek az ismeretek vezették őt arra a megállapításra, hogy a Föld nem a világegyetem középpontja.

Kopernikusz elméleteit egy műben gyűjtötte össze, melyet még életében kiadtak. Ez a könyv szemben állt az egyház tanításával.

Kopernikusz azt állította, hogy a Föld és a többi bolygó a Nap körül kering.

### Johannes Kepler

A német csillagász 1571. december 27.-én született Weil der Stadt-ban és 1630. november 15-én halt meg Regensburgban. Királyi csillagászként dolgozott, de állandó anyagi gondokkal küszködött. Feltalált egy távcsövet (Kepler-távcső), mellyel még eredményesebben végezhette megfigyeléseit, de elsősorban a bolygók pályaadatainak matematikai számításaira összpontosított; ez vezette Keplert a bolygómozgással kapcsolatos törvényeinek megalkotásához.

Kopernikusz új csillagkatalógust készített.

Kepler törvényei igazolták Kopernikusz állításainak helyességét.

Kepler tíz évet töltött a Mars pályájának tanulmányozásával, míg megalkotta törvényeit.

### Galileo Galilei

Az olasz matematikus, csillagász és fizikus 1564. február 15-én született Pisában, és 1642. január 8-án halt meg Firenze közelében. Ő fedezte fel az inga mozgásának törvényszerűségeit, felismerte a hidrosztatikai egyensúly működését (közlekedő edényt alkotott), és feltalálta a gázalapú hőmérőt. 1609-ben megalkotta az első olyan csillagászati távcsövet, amellyel harmincszoros nagyítású képet kapott a csillagokról. Nagyon sok fontos adalékkal járult hozzá a csillagászat tudományához, ilyen volt például a napfoltok felfedezése vagy a Nap tengelyforgási idejének kiszámítása; felismerte, hogy a csillagok nagyon távol vannak a Földtől, és az univerzum valószínűleg végtelen. Galilei keményen harcolt a kopernikuszi tanokért, ami odavezetett, hogy szembekerült az egyházzal. A hagyományos tanok képviselői feljelentették, eretnekséggel vádolták, mivel elismerte Kopernikusz földközéppontú világot tagadó elméletét. Az inkvizíció megpróbáltatásoknak tette ki, és azzal fenyegették, hogy börtönbe vetik. 1632-ben kényszer hatására visszavonta állításait, és élete végéig házi őrizetben folytatta tudományos munkáját annak ellenére, hogy csaknem teljesen megvakult.

Galilei mondta ki, hogy a Tejút nem egy felhő, hanem csillagok sokasága.

A legenda szerint, amikor Galileit a kopernikuszi tanok melletti kiállásáért az inkvizíció bírái elítéltek, a tudós így kiáltott fel: „És mégis mozog a Föld.”

Galilei érdemei közé tartozik a Hold hegyeinek és a Jupiter négy holdjának a felfedezése.

### A csillagok fénytani elemzése

Joseph Fraunhofer német fizikus 1814-ben felismerte, hogy a fény mely a Napból (vagy más csillagokról) érkezik, ha áthalad egy prizmán, a szivárvány színei között sötét vonalakat mutat (színképabszorpció vagy elnyelődés), s ez lehetővé teszi a csillagok kémiai összetételének elemzését.

Georges Lemaitre 1927-ben egy elképzelést terjesztett elő a világegyetem keletkezésére nézve, ez később „Nagy Bumm” néven vált ismerté.

Korunk csillagászai galaxisunkon kívüli csillagrendszerek százmillióit képesek megfigyelni.

## Távcsövek és egyéb csillagászati eszközök

A csillagászat előrelépése szoros összefüggésben van a tudományos eszközök fejlődésével, melyek lehetővé teszik az égbolt tanulmányozását. Még amatőr szinten is kitűnő megfigyeléseket lehet tenni viszonylag egyszerű eszközökkel. A csillagok megfigyeléséhez az eszközök széles skálája áll rendelkezésre a vadásztávcsövektől kezdve a csillagvizsgálókban használt óriás távcsövekig.

### Hogyan számolhatjuk meg a csillagokat?

Az összes szabad szemmel látható csillag a mi galaxisunk, a Tejútrendszer része. Van egy nagyon egyszerű módja, hogy megszámoljuk, hány csillagot látunk egy éjszakán. Vágjunk ki egy 12 centiméter átmérőjű kört kartonlapból, melyet aztán tartsunk a szemünktől 30 cm távolságra – feszítsük ki egy 30 centiméteres zsinórt a kartonlap és arcunk között. A lyukon keresztül az égbolt egy százalékát láthatjuk. Számoljuk meg, hány csillagot látunk a körön belül, majd ismételjük meg összesen tízszer a műveletet az égbolt tetszőlegesen kiválasztott részein. Az eredményeket összegezve megkapjuk az égbolton található csillagok számának tíz százalékát, ennek tízszerese a szabad szemmel látható égitestek száma.

### Binokulárok

Ez az optikai eszköz vadon élő állatok, messze távolban lévő emberek, tárgyak megfigyelésére használható, de alkalmas temérdek csillag és a Hold-felszín megfigyelésére is. Nagy nagyítású vadásztávcsővel sok-sok holdi krátert, hegyet és „tengert” láthatunk. A csillagászati megfigyelésekhez a legjobb a 7x50-es binokulár (a 7 a nagyítást, az 50 a lencse átmérőjét jelenti milliméterben).

Ne nézz a Napba!

Sohasem használható a binokulár a Nap megfigyelésére. Gyógyíthatatlan vakságot okozhat.

Ha binokulárral nézzük a csillagokat, tanácsos a könyökünket egy szilárd pontra támasztani, hogy kiküszöböljük a kép remegését.

Egy jó vadásztávcső segítségével meglepő részleteket láthatunk a Holdon.

### Csillagászati távcsövek

A régi időkben a távcső egy tubusból és az egyik végében rögzített nagyítólencséből állt. Később felismerték, hogy még egy lencse alkalmazásával a távcső hatása sokszorozható. Galilei alkalmazta először ezt a módszert, és harmincszoros nagyítású távcsövet kapott. A távcső elejében levő lencse egy kisméretű képet alkot például a Holdról, melyet a hátul elhelyezett szemlencse nagyít fel.

### A távcső

A korai távcsövek sokat tökéletesedtek; több lencsét alkalmaztak, melyek javítottak a korábbi hiányosságokon, és növelték a teljesítményt. A távcsövek két legfontosabb paramétere a nagyítás és a fényerő. A távcső rendeltetése összefüggésben van a távcső fókusztávolságával, a nagyítás mértékét tárgylencse (objektív lencse) és a szemlencse (okulár) gyújtótávolságának hányadosa adja meg. A fényerő az objektív lencse átmérőjének függvénye, a nagyobb átmérőjű eszköz fényereje nagyobb.

A csillagászati távcsövekben a szemlencsében látott kép fordított állású.

### Modern távcsövek

A modern távcsövek nagyméretűek, és megannyi segédberendezéssel vannak kiegészítve, melyek biztosítják a műszer precíz mozgatását. Az észlelt kép közvetlen megfigyelése helyett a képet egy segédtükör vetíti. A távcsőbe érkező fényt egy homorú tükör gyűjti össze, mely a távcső aljában van. A fény a főtükörről egy síktükörre vetül, az így keletkezett képet okulár segítségével figyelhetjük meg.

Felbontás

A felbontás a távcső azon képessége, hogy két nagyon közeli fényforrást el tud különíteni egymástól.

Az emberi szem felbontóképességét vizuális élességnek nevezzük.

Egy távcső, mely 1000 mm fókusztávolságú objektívvel és 10 mm fókusztávolságú szemlencsével rendelkezik, pontosan 100-szoros nagyítású.

## Rádiótávcsövek és spektrométerek

A látható fényben nagyszámú égitest figyelhető meg, de nagyon sok olyan is van, mely nem bocsát ki fényt. Ezeket sötét csillagközi por borítja, mely elnyeli a fényt, esetleg olyan távoli égitestekről van szó, melyek érzékeléséhez az optikai távcsövek fényereje nem elegendő. Ezért a csillagászok a rádióhullámokhoz hasonló elektromágneses sugárzást használnak megfigyeléseikhez. A spektrométerek lehetőséget nyújtanak az égitestek kémiai összetételének tanulmányozására.

### Rádiótávcsövek

Amikor 1931-ben egy mérnök azt kereste, hogyan javíthatná a rádióvételt, és megpróbálta kiszűrni a légköri zavarokat, véletlenül felfedezett néhány világűrből érkezett jelet. A csillagászok elkezdték használni a rádióhullámokat – mint új eszközt az égbolt felderítésére. Az eredmény rengeteg új csillag és egyéb objektum felfedezése lett. A fény csak egy szűk tartománya az égitestek által kibocsátott sugárzásnak. A spektrum minden hullámhosszán történik sugárzás. A rádiótávcsövek által érzékelt sugárzás nem része a látható fénynek. Ezek a távcsövek hatalmas méretűek, és egy homorú tükör formájú fényvisszaverő felületből állnak, melynek középpontjában helyezkedik el az érzékelő – e hatalmas berendezések az antennák. A beérkezett jelet az erősítőhöz továbbítják, hogy a gyenge jeleket tanulmányozni lehessen.

Egy szögperc felbontóképességéhez 690 méter átmérőjű parabolaantenna szükséges.

Puerto Ricóban az Arecibói Obszervatórium rádióteleszkópjának antennája 300 méter átmérőjű.

A rádiótávcsövek hasonlítanak azokhoz a parabolaantennákhoz, melyeket a műholdas televízióadások vételéhez használunk, csak sokkal nagyobbak azoknál.

### Spektrométerek

Amikor a fehér színű napfény áthalad egy üvegprizmán, a másik oldalon kilépve különböző színekre bomlik. A prizma a fehér fénynyalábot alkotórészeire bontja. Minden színnek különböző hullámhosszúsága van, s ezek eltérő szögben törnek meg a prizma belsejében. E színeket együttesen a fény spektrumának nevezzük. A fizikusok felfedezték, hogy amikor a kémiai elemeket felizzítják, sajátos spektrumot mutatnak – a fénytartomány más-más részét. Ha ismerjük minden elem spektrumát, meg tudjuk határozni a kémiai elemet, bárhonnan érkezzen is a fény. Ez a spektrometria (fényszögmérés) elve. A spektrométer egy olyan eszköz, mellyel a világűrből (például egy csillagról) érkezett fényt elemezhetjük, és megállapíthatjuk az anyag kémiai összetételét.

A prizma alkotóelemeire bontja a fehér fényt.

A napfény színeinek hullámhossza a milliméter negyvenezted részétől, az ibolyaszíntől a milliméter hetvenezred részéig, a vörösig terjed.

### Interferométerek és radarok

Ezt a két eszközt az égbolt megfigyelésére használják. Az interferométerek két egymástól meghatározott távolságra elhelyezkedő tükörből állnak, s ezek továbbítják a képet vagy a beérkezett sugárzást egy optikai vagy rádiótávcsőhöz, melyek így a hullámtartományok összevetődéséből előállított képet alkotnak, javítva a műszerek felbontóképességét. A radar egy meghatározott mennyiségű jelet bocsát ki az égitest (a Hold vagy a bolygók) felé, és a visszaverődő sugárzást elemzi, mely lehetővé teszi a felszínformák azonosítását vagy az égitest távolságának meghatározását. Ezen eszközök jelentős részét mesterséges holdakon vagy űrhajókon helyezik el, és hatékonyságuk növekszik azáltal, hogy a Föld légkörén kívül működnek.

A kvazárok nagyon erős sugárforrások, melyeket a rádiótávcsövek és spektrométerek segítségével vizsgálhatunk.

## A csillagászat története

A csillagászat sokáig szoros kapcsolatban állt az asztrológiával, mely emberek sorsát határozta meg a csillagok segítségével. Az első csillagászok papok voltak, akik a templomi szolgálat mellett megjósolták a jövőt, és megalapozták a tudományokat. A görögök választották szét először teljesen a csillagászatot és a vallást. Ekkor kezdődött a csillagászat tudományának története.

### Babilónia

Ötezer évvel ezelőtt Babilónia (a mai Irak területén) lakói tábláikra feljegyeztek néhány szabályosan ismétlődő égi jelenséget, ilyenek voltak a Hold fényváltozásai, a Nap napi és évi járása. Megpróbálták a jövőt megjósolni, például a folyók áradását, ezért a csillagokat fogták kérdőre, és elkészítették az első pontos méréseket, melyek a csillagok égi mozgását rögzítették.

A káldeusok feltalálták a vízórát, mellyel az időt mérték csillagászati megfigyeléseik során.

### Kína

Háromezer évvel ezelőtt a kínaiak megalkották első csillagászati obszervatóriumukat, ami rendkívüli teljesítménynek számított ebben a korban. Az évet négy évszakra osztották, melynek a napforduló (nyáron és télen) és a napéjegyenlőség (tavasszal és ősszel) választott el egymástól. Az égboltot 28 részre osztották a Hold mindennapi állása alapján. A 11. század elején feljegyezték egy nóva megjelenését, melyből a Rák köd képződött.

### India

Az első kínai csillagászati obszervatórium megépítésével egy időben az indiai tudósok bonyolult matematikai műveleteket végeztek. A csillagászat kezdetében az ország hagyományos vallásából indult ki, de az az igény, hogy pontosan meghatározzák az égitestek helyzetét, hamarosan új lendületet adott a matematikának és más tudományoknak.

Az indiai matematikusok alkották meg a zéró fogalmát, mely csak hosszú évszázadok után vert gyökeret az emberi gondolkodásban.

A Jantar Mantar csillagászati obszervatórium az indiai Jaipurban.

### A prekolumbiánus Amerika csillagászai

A maják kitűnő matematikusok voltak, akik tudásukat egy bonyolult és nagyon pontos naptár készítésére használták. Ez nagyon fontos volt az aratás és az esős időszak előrejelzése szempontjából. A maja városokban az isteneknek szentelt templomok mellett csillagászati obszervatóriumként használt piramisok magasodtak, ahol a papok az égitestek mozgását tanulmányozták, elkészítették pontos napfogyatkozás előrejelzéseiket, és meghatározták az év hosszát. Az aztékoknak és az inkáknak is fejlett számrendszerük volt, mely nagy hatással volt társadalmi rendszerükre.

A Varázsló temploma maja piramis a mexikói Uxmalban.

### A görög csillagászat

A görögök kiváló matematikusok voltak, akik képességüket elsősorban a geometriában és a csillagászatban hasznosították. Ismereteik jelentős részét még ma is használja a tudomány. Thalész, Püthagorasz és Arisztotelész azon nagy gondolkodók közül valók, akik lefektették a tudományok alapjait. Eratoszthenész számolta ki az általa már gömb alakúnak tekintett Föld sugarát. Szintén a görögök határozták meg nagyon pontosan a bolygók és a csillagok mozgásának periódusait.

Ptolemaiosz úgy vélte, hogy a Föld áll a világegyetem középpontjában, és körülötte keringenek a Nap és a bolygók.

Mintegy 2500 évvel ezelőtt a görögök választották szét teljesen a tudományt a vallástól, ezáltal felszabadították a gondolkodást, és megadták a lehetőséget a minket körülvevő világ megismeréséhez.

### Kopernikusz, Kepler és Galilei

A 16-17. században ez a három csillagász végképp átalakította az univerzumról alkotott képet, melyet az ókori görögök tudására építettek, és ez hatalmas lendületet adott a csillagászat, mint tudomány fejlődésének. Temérdek számítás és megfigyelés után Kopernikusz jelentette ki, hogy a Föld nem az univerzum középpontja, hanem a többi bolygóval együtt a Nap körül kering. A Kepler alkotta fizikai törvények igazolták Kopernikusz állításait. Az egyházzal szemben Galilei küzdött leginkább elméleteiért, melyeket megfigyeléseivel támasztott alá, és találmányával, a távcsővel nagyban segítette előrehaladásunkat.

Galilei tanulmányozza az eget.

### A modern csillagászat

Kopernikusz kora óta a csillagászat gyorsan fejlődött. Az ő felfedezése tudatta az emberiséggel, hogy a bolygónk csupán egy égitest, mely egy – hozzá képest mégiscsak hatalmas – kis csillaghoz tartozik; ez a csillag, a Nap pedig a peremén helyezkedik el egy óriási galaxisnak, melyet csillagok milliárdjai építenek fel. Mindezek bizonyítására hatalmas optikai távcsöveket építettek, melyekkel a Földünktől több millió fényév távolságra lévő égitesteket figyelnek meg. A rádióteleszkópok az optikai távcsövek észlelési határán túlról képesek adatokat gyűjteni, és a földi légkör fénytöréseinek zavaró hatását figyelmen kívül hagyva végezhetik megfigyeléseiket.

Napjainkban mesterséges holdakat állítanak pályára, és építik a nemzetközi űrállomást, melyet egyre több csillagászati berendezéssel látnak el. Űrszondák szelik keresztül-kasul Naprendszerünket, és csodálatos képeket juttatnak a Földre.

A Hubble űrtávcső

# Űrkutatás

## Az első kísérletek

Amióta az ember öntudatra ébredt és tudatosult benne földhözkötöttsége, mindig is a repülésről álmodott. Az égbolt titokzatos volt, meghódításra csábított: ott éltek az istenek, és az emberek arra vágytak, hogy felemelkedhessenek hozzájuk. A 20. század elején az első repülőgépekkel az álom kezdett valóra válni, majd kiteljesedett a mesterséges bolygók és űrhajók felbocsátásával. Az ember már nem isteneit kereste, hanem a világűr titkait kutatta.

### Kínai petárdák

A kínaiak felfedezték a lőport, majd azt kezdték kutatni, hogy mire is használhatnák ezt a különleges tulajdonságú anyagot. Legfőképpen katonai célokra alkalmazták, ostromoknál a falak lerombolására, és kezdetleges formában alkalmas volt lövedékek kilövésére is, így a hadviselés alapjává vált. Egy kivájt üreges csövet (egy darab bambuszszárat) megtöltöttek lőporral, a cső alsó nyitott részét rögzítették, ami meggyújtáskor robbant, és előrehajtotta a kis „rakétát”. A cső végére szerelt kiegyensúlyozó szárnyak segítségével a lövedék majdnem tökéletesen egyenesen emelkedhetett felfelé. Így született meg az első rakéta.

A vezérsíkok használata azt a célt szolgálta, hogy stabilizálja a repülés közben fellépő billegést, és biztosítsa a rakéta haladását egyenes röppályán.

A tűzijáték a látványos tömegszórakoztatás ősi eszköze. Kis rakétákat lőnek az égbe, melyek bizonyos magasságban felrobbannak, és színes szikrákat szórnak mindenfelé.

## „Verne Gyula” (1828-1905)

A hihetetlen képzelőerővel megáldott francia író, Jules Verne minden idők egyik legolvasottabb ifjúsági szerzője. Csak úgy ontotta magából a lenyűgözően fordulatos történeteket, ilyenek például a Nyolcvan nap alatt a Föld körül, az Utazás a Föld középpontja felé, ennek párja, az Utazás a Holdba, a Nemo kapitány vagy az Öt hét léghajón című regények. Műveiben a tudomány és a technológia jövőjét képzelte el. Az egyikben sok-sok pontos számítást közzétéve az űrutazásról ír – egy teljes évszázaddal korábban, mint ahogy ez lehetségessé vált. Ez a regénye az Utazás a Holdba, amelyben emberek egy kis csoportját egy hatalmas ágyúlövedék belsejében lövik fel a Holdra.

Szálljunk fel!

Sok egyéb számítás mellett, Verne pontosan meghatározta a Föld elhagyásához szükséges minimális sebességet: 11,2km/másodperc.

Jelenet a Verne regényből készült Utazás a Holdba című filmből.

Jules Verne leírta a súlytalanságnak az űrutasokra gyakorolt hatását.

## „Az űrkutatás atyja”

Az oroszok K. E. Ciolkovszkij volt az első tudós, aki az űrutazás alapkérdéseinek megoldására szentelte életét. 1857-ben született, és egész életében úttörő kutatását tartotta szem előtt, küzdelme megvalósulását 1935-ben bekövetkezett haláláig azonban nem láthatta. A sokféle probléma közül, mely Ciolkovszkijt foglalkoztatta, az egyik annak kiszámítása volt, miként lehet a Földet egyenes röppályán minimális energiafelhasználással elhagyni, és milyen súlyúnak kell lenniük a rakéta egyes részeinek, beleértve a kiáramló üzemanyagot is. Elméletének egyik alapelképzelése a folyékony hajtóanyag alkalmazása a szilárd üzemanyag helyett.

A Ciolkovszkij által javasolt folyékony hajtóanyag hidrogént, oxigént és szénhidrogéneket tartalmaz.

Az első rakéta prototípusát 1914-15-ben alkotta meg Ciolkovszkij.

## Esnault-Pelterie és Goddard

A francia R. Esnault-Pelterie (1881-1957) először repüléstani, majd űrkutatási kérésekre összpontosított. Különböző hajtóműveket tervezett, később a nukleáris üzemanyag használatának lehetőségét vizsgálta. Az amerikai H. R. Goddard (1881-1941) sok kérdéssel foglalkozott, többek között egy Hold-utazás lehetőségével. Neki sikerült először a hangsebesség fölé gyorsítania a folyékony hajtóanyagú rakétát.

## Von Braun és Oberth

A német mérnök, Wernher von Braun (1912-1977) erőteljesen vetette bele magát a rakétatervezésbe, és a II. világháború idején megszerkesztette a hírhedt V-2 rakétákat. A háború után az Amerikai Egyesült Államokba költözött, ahol aktívan részt vett az űrprogramban. Egy másik német, Hermann Oberth, miután fiatalkorában végigolvasta Jules Verne regényeit, kutatásokat végzett a bolygóközi űrutazás kapcsán felmerülő problémákról. A II. világháborúban neki is a V-2 rakéták fejlesztésén kellett dolgoznia, de ezt követően az űrhajók hajtóművének kialakításán tevékenykedett az Amerikai Egyesült Államokban.

A V-2 repülőbomba

Esnault-Pelterie

Goddard

Von Braun

Oberth

A halálos V-2 repülőbombák voltak napjaink rakétáinak előfutárai: a háborút követően űrrakétaként szolgáltak az űrverseny kezdetén.

Irány a Hold!

Jules Verne elképzelése ösztönözte Oberthet arra, hogy megteremtse a Hold-utazás alapjait.

## Az Űrverseny

Amikor a II. világháború véget ért, az egykori szövetségesek, az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió a világ szuperhatalmi szerepének megszerzéséért versengtek egymással számos területen. A verseny kiterjedt a tudományra és a technikára, így az űrkutatásra is. Mindkét hatalom nekikezdett a Hold meghódítására irányuló program kidolgozásának. Elérkezett az úgynevezett űrverseny korszaka.

### Hogyan működik az űrrakéta?

Az űrverseny első lépése olyan rakéta építése volt, mely képes leküzdeni a Föld gravitációját. Goddardnak már sikerült folyékony üzemanyaggal működő rakétát indítani, és a Londont támadó német V-2 repülőbombák is átjutottak a La Manche csatornán. A harcászati és a következetesen űrkutatási célra fejlesztett rakéták hasonló elven működtek. A rakétának van egy hajtóanyagtartálya, ahol a folyékony üzemanyag elég, és több mint 5000 fok hőmérsékletű gázokat lövell ki. Éppen ezért a hajtóműnek nagyon ellenállónak kell lennie, nehogy megolvadjon. A kiáramló gázok a rakétát az ellenkező irányba gyorsítják. A hasznos teher a rakéta másik végén helyezkedik el: lehet egy másik rakétafokozat – vagy űrkabin.

A világűrben nincs levegő, ezért a vezérsíkok, szárnyak használhatatlanok a repülés során. Ezeket helyettesítik a segédhajtóművek, melyek a rakétákat gyorsítják, fékezik vagy irányukat változtatják.

Az embert szállító űrhajó több fokozatból áll. Mindegyik rakétafokozat a megfelelő magasságba juttatja a következőt. Amikor az egyik fokozat elfogyasztja üzemanyagát, begyújtja a következőt.

### Az űrverseny kezdete

Az űrverseny hivatalosan 1955 július 29-én kezdődött. Ezen a napon az Amerikai Egyesült Államok bejelentette, hogy készen áll egy olyan mesterséges hold felbocsátására és Föld körüli pályára állítására, mely fényképeket készítene bolygónkról. Ez volt a hozzájárulás a Nemzetközi Geofizikai Évhez (1957 júliusára hirdették meg, és 1958 decemberéig tartott), melynek során a tudósok világszerte méréseket és vizsgálatokat végeztek a bolygónkról szerzett ismeretek gyarapításához. 1955. augusztus 1-jén, hérom nappal az amerikaiak után a Szovjetunió is bejelentette szándékát egy hasonló mesterséges hold építésére és Föld körüli pályára állítására.

A rakétahajtómű elve. Az oxidáló anyag (1) teszi lehetővé, hogy az üzemanyag elégjen. A szivattyú (2) juttatja a hajtóanyagot a tartályból a hajtóműtérbe (3) ahol az üzemanyag gázzá fejlődve elég.

A 110 méter magas 2700 tonna súlyú hatalmas Saturn V rakéta tette lehetővé, hogy az ember a Holdra jusson.

### Az első mesterséges hold

1957. október 4-én a szovjet tudósok juttatták Föld körüli pályára az első mesterséges égitestet, a Szputnyik 1-et. Az általa kibocsátott „bip” hang, melyet folyamatosan ismételt, fogható volt a földi rádiókon, és világszerte hatalmas szenzációt keltett. Megkezdődött az űrkorszak. Az első műhold ezüstszínű és kisméretű volt, alig nagyobb, mint egy jókora labda; négy antennával szerelték fel.

Négy hónappal azután, hogy a szovjetek felbocsátották a Szputnyik 1 mesterséges holdat (grafikus ábrázolás), pályára állt az első amerikai műhold, az Explorer 1 is.

### Az első élőlény a világűrben

A szovjetek 1957. november 3-án új mesterséges holdat állította Föld körüli pályára. A Szputnyik 2 egy szibériai huskyt vitt magával, Lajka kutya volt az első élőlény, mely elhagyta a Földet, és eljutott a világűrbe. A kutyára műszereket kapcsoltak, és vizsgálták életjeleit, amelyek a szakemberek számára megmutatták, hogy tudja egy álltat túlélni a nagy magasságot egy űrkapszulában, és hogy az ember elviselné-e ezeket a körülményeket.

Lajka kutya a Szputnyik 2 belsejében

Életfunkciókat érzékelő berendezés

Oxigénellátás

Szellőzőberendezés

Légnyomás-ellenőrzés

Vizeletgyűjtő tartály

Oxigénellátás

### Majmok és patkányok a világűrben

Míg a szovjetek szibériai huskyt használtak űrhajósként, az amerikaiak a patkányok és majmok mellett döntöttek. Az amerikaiak 1958-ban fellőttek rakétát, mely a Mia nevű patkányt szállította 8000km magasságig, de visszatéréskor a rakéta elveszett az óceánban. Egy másik patkány, Wickie visszatért, de a kísérlet nem hozott sok információt, mert az érzékelők nem működtek megfelelően. A majmokkal végrehajtott repülési kísérletek szerencsésebbek voltak; ezek az emberes űrrepüléshez szükséges értékes információkkal rendelkeztek.

A NASA (Nemzeti Repülési és Űrhajózási Igazgatóság), az Amerikai Egyesült Államok független kormányzati hivatala 1958-ban alakult; tevékenysége magában foglalja az űrkutatás minden területét.

A NASA megalakulása után von Braun az űrközpont igazgatója lett.

## Emberek a világűrben

Amikor a rakéták technikai feltételei elérték azt a szintet, hogy nagyméretű űrkabint vihettek magukkal, és az állatkísérletek igazolták, hogy lehetséges az élet a világűrben, a két nagyhatalom tovább lépett: következhettek az első űrhajósok, hogy végre elhagyják bolygónkat. Új korszak kezdődött.

### Jurij Gagarin

Az 1934-ben született Jurij Gagarin egyike volt azoknak, akik a szovjet űrhajósok csapatát alkották. Mivel Gagarin technikai tudása, repülési tapasztalata és fizikai felkészültsége volt a legjobb, 1961 árpilis 12-én ő repülhetett elsőként a világűrbe. A Vosztok 1 űrhajó fedélzetén 1 óra 29 perc alatt egyszer kerülte meg a Földet. Visszatérése után szerte a világon hősként üdvözölték. Repülőgép szerencsétlenségben halt meg 1968-ban.

Jurij Gagarin az első ember a világűrben

John Glenn 1998-ban 78 éves korában tért vissza a világűrbe, hogy tesztelje a súlytalanság állapotának az idős emberekre gyakorolt hatásait.

### John Glenn

John H. Glenn, a haditengerészet pilótája volt az első amerikai, aki megkerülte a Földet. 1962. február 20-án hajtotta végre repülését a Mercury-sorozat egyik űrkabinjának fedélzetén. Keringése közben néhány percig kapcsolatban volt a földi irányító központtal, ezt a nagyközönség élő adásban hallhatta, ami akkor világszenzációt jelentett.

### A Mercury-program

Az amerikai Mercury-program űrrepüléseinek sorozata Alan B. Shepard 486 km-es ballisztikus repülésével kezdődött, az űrhajó nem kerülte meg a Földet. Az űrkabinok még olyan szűkek voltak, hogy csak egyfős legénység számára volt hely. A repülési kísérletek, azt is vizsgálták, hogyan lehet egyre komplexebb űrkabinokat kitalálni.

A Mercury leszálló egysége a tengerre érkezés után.

### Az Apollo-program

Az első sikeres emberes űrrepülést követően a NASA elindította az Apollo-programot azzal a nagyra törő tervvel, hogy embert küldjön a Holdra. A három évvel későbbi tökéletes kivitelezésig ezer és ezer elképesztően bonyolult műveletsort és kísérletet végeztek el. El kellett dönteni, hogy az űrkabin két vagy három személyt szállítson-e, milyen legyen az anyaűrhajó, illetve a leszálló egység (a holdkomp), amely előbb felderítené a Hold felszínét, mielőtt embert juttatnak oda. Az utolsó előkészítő lépésként pedig az űrhajó megkerüli a Holdat.

Szibériában leszálló szovjet űrkabin

Az óceánra leereszkedő amerikai űrkabin

### Az űrverseny áldozatai

1967. január 27-én a felbocsátást megelőzően az első Apollo-űrhajó berendezése meghibásodott, és tűz ütött ki a kabinban; a három űrhajós, Grissom, Chaffe és White életét vesztette. 1967 áprilisában a szovjet Kamarov Szojuz űrhajójának fékezőernyője nem nyílt ki, és az űrkabin nekicsapódott a Földnek. A legsúlyosabb szerencsétlenségek az amerikai űrrepülőgépekkel következtek be: 1987-ben a Challenger a felszállás után 72 másodperccel felrobbant, és a legénység hét tagja életét vesztette. 2003-ban a Columbia űrrepülőgép a visszatéréskor felrobbant fedélzetén kilencfőnyi személyzettel.

### Felkészülés a hold-utazásra

Amerika 1963-ban elindította a Gemini-programot, melynek keretében az emberes repüléseket két űrhajós hajtotta végre. Néhány hónapon belül a szovjetek is űrpárost indítottak.

1964. július 31-én a Ranger-7 amerikai űrszonda, mielőtt becsapódott a Hold felszínébe, négyezer közeli fényképet továbbított a Földre.

1965. március 18-án Leonov szovjet űrhajós végrehajtotta az első űrsétát, kábel kötötte össze az űrhajóval, miközben megfigyeléseket végzett.

1965 decemberében két amerikai űrhajó a Gemini 6 és 7 sikeresen összekapcsolódott a világűrben igazolva, hogy ez a manőver biztonságosan megoldható.

1966. február 3-án a Luna 9 szovjet űrszonda sima leszállást hajtott végre a Hold felszínén, és megkezdte a képek továbbítását a Földre. Ez év júniusában az amerikai Surveyor 1 szintén leszállt a Holdra.

## Holdra szállás

Minden egyes tapasztalat, melyet ez a két évtized hozott, az emberiség misztikus álmának megvalósítását, a Holdra szállást szolgálta. Az első mesterséges holdak a Szputnyik 1-gyel kezdődően segítettek megnyitni az utat: ők szerezték a legfontosabb adatokat, és megmutatták, hogy képesek a világűrben működni. Az emberes űrrepülések a tudományos elképzelést gyakorlattá tették, és minden azt igazolta, hogy az ember Holdra jutása már csak egy „nagy ugrás”.

### Úti cél a Hold

Miután az első ember nélküli űreszköz leszállt a Holdon, és adatokat küldött a bolygó kémiai összetételéről és a felszín alakzatairól, a következő lépés az ember odaküldése volt.

1968. december 25-én Borman, Lovell és Anders űrhajósok az Apollo 8 fedélzetén megérkeztek a Hold közelébe, ahol Hold körüli pályára álltak, és megkerülték az égitestet. Közvetlen megfigyelést végeztek a felszínről, és újabb fényképeket készítettek, amelyek alapján a szakemberek egy leszállásra alkalmas helyet kereshettek.

1969 márciusában az Apollo 9 űrhajó egy holdjárművet tartalmazó dokkoló egységet vitt magával. A holdjármű a repülés során Föld körüli pályán maradt.

1969 májusában az Apollo 10 felpakolta a holdkompot, és elrepült a Holdhoz. Ott az űrhajósok átszálltak a holdkompba, mely levált az űrhajóról, és 15 kilométerre megközelítette a felszínt anélkül, hogy leszállt volna. Ez a repülés megerősítette, hogy minden berendezés megfelelően működik.

Következett a döntő lépés.

Az Apollo 11 manőverei

Hold körüli pályára állás

a holdkomp leválasztása

Hold

a holdkomp leszállása

Az űrhajó (a műszaki egység és a parancsnoki kabin) parkolópályán marad a Hold körül.

visszatérés a Földre

A holdkomp csatlakozik az űrhajóhoz

az űrhajósok átszállása

Hold

A holdkomp Hold körüli pályán marad

mentőrakéta

védőborítás

parancsnoki egység

ellenőrző egység

Az Apollo egységet szállító Saturn V rakéta felső része. Sikeres felszállás esetén a mentőrakéta és a védőborítás leválik.

holdkomp

Valamennyi Holdra szállás a Hold föld felőli oldalán zajlott.

### A sorsdöntő repülés

1969. július 16-án a Cape Kennedy kilövőállomásról az Apollo 11 űrhajó elindult a Holdra. Három nappal később pályára is állt kísérőnk körül. Michael Collins maradt az anyaűrhajóban, hogy figyelemmel kísérje a műveletet.

Július 20-án Neil Armstrong és Edwin Aldrin a Sas elnevezésű holdkomppal sima leszállást hajtott végre a Hold felszínén.

Július 21-én európai idő szerint a hajnali órákban Armstrong kinyitotta a nyílást, lemászott a létrán, és kilépett a Hold felszínére, Aldrin hamarosan követte.

Több sétát tettek a környéken, mintát gyűjtöttek a Hold felszínét borító porból, és kihelyeztek néhány berendezést. Amikor munkájukat elvégezték, visszamásztak a holdkompba. A Sas felemelkedett a Holdról, és csatlakozott a Columbia űrhajóhoz, majd bonyodalmak nélkül visszatértek a Földre.

### A történelmi lépés

Amikor Neil Armstrong lemászott a holdkomp létráján, és a Hold felszínére lépett, a komp televíziós kamerája rögzítette a pillanatot, és továbbította a Földre, ahol nézők százmilliói követték az egyenes adást. Végérvényes cáfolatot kaptak azok, aki azt állították, hogy „minden és mindenki elsüllyed a holdporban”.

Neil Armstrong elmondta híres szavait: „Kis lépés az embernek, de hatalmas ugrás az emberiségnek.”

Hatszor a Holdon

Összesen hatszor volt emberes Holdexpedíció (az Apollo 11-től az Apollo 17-ig, az Apollo 13 visszafordult).

Sokan aggódtak amiatt, hogy a Hold felszínén lévő porra leszálló űrhajó azonnal elsüllyed. A tapasztalatok mást mutattak.

A holdjármű

Az utolsó három Holdra szálláskor az űrhajósok holdjárművet használtak, hogy több kilométerre eltávolodhassanak a holdkomptól.

A szovjetek 1970 és 1971 között az önjáró Lunyik robotot küldték a Holdra, amely mintákat gyűjtött, és tudományos műszereket helyezett el.

## A világűr felfedezése

Az 1960-as években a Hold meghódítása csak egy volt az amerikaiak és a szovjetek által végrehajtott legfontosabb űrprogramokból. Ugyanebben az időben már léteztek más, nagyobb ívű és időtartamú tervek, melyek csak hosszabb távon válnak valóra: a Holdon túli világűr felfedezése.

### A bolygók meghódítása

Az 1962 és 1973 közötti időszakban mindkét űrhatalom számos mesterséges égitestet indított a Naprendszer bolygói felé. Ezek fényképeket és adatokat továbbítottak a bolygók felszíni viszonyairól. Lehetővé vált, hogy a fotók felhasználásával feltérképezzék az egyes bolygókat, és néhányukra le is szálljanak.

Az első mesterséges holdak 1957-1958-ban felfedezték, hogy a Föld mágneses erőterének két övezete van, melyeket Van Allen-öveknek neveztek el.

### Élet a Marson?

Az 1970-es években az orosz Venyera-szondák szálltak le a Vénusz felszínére, a sorozat többi szondája a következő években megismételte a nagyszerű teljesítményt. Az amerikai Viking 1 és Viking 2 űrszondák 1975-ben szálltak le a Marson és olyan kísérleteket végeztek, melyek az élet jeleit keresték, de nem találtak semmit.

1977-ben a Pathfinder (nyomkereső) elnevezésű mars járót jutatták el a Mars felszínére.

A Voyager 1 és 2 1977-ben startolt a Földről, 1979-ben a Jupiter, 1981-ben a Szaturnusz, 1986-ban az Uránusz, 1989-ben a Neptunusz mellett haladtak el.

A Vénusz szondázása

A Pioneer-Venus 1 és 2 ikerszondák a Vénusz alsó légkörét és a felszín hatalmas hegyeit kutatták 1978-ban.

A Voyager szonda a Jupiter közelében.

### Nemzetközi együttműködés

Az űrverseny egy hihetetlenül költséges terv volt, és a nemzetközi pénzügyi problémák a szovjeteknél és az amerikaiaknál egyaránt néhány program elhalasztását eredményezték. Ez nyitotta meg a kaput a más országokkal való együttműködés előtt, beleértve az európai országokat tömörítő ESA-t (European Space Agency, Európai Űrhivatal). Még az 1970-es évek vége előtt a közös űrszondák és tudományos műholdak nagymértékben kiterjesztették a Naprendszerről szerzett tudásunkat, néha meglepően látványos eredményeket produkálva.

A modern Ulysses

Az európai Ulysses űrszonda a Nap déli pólusának területét vizsgálta.

Az első sikeres európai rakétasorozat az 1979-ben útjára indított Ariane volt.

1986. március 14-én a Giotto európai űrszonda megközelítette a Halley-üstököst, közelről készített felvételeket, és vizsgálta az égitestet.

A közös amerikai-európai Hubble űrtávcső, melyet 1990-ben kiváló minőségű felvételeket készített eddig ismeretlen galaxisokról; 1996-ban pedig távoli bolygók létezését bizonyította.

Az ESA által kifejlesztett Spacelabet 1983. november 28-án az amerikai Columbia űrrepülőgép jutatta Föld körüli pályára.

Az első amerikai űrállomás, a Skylab 1973-ban állt Föld körüli pályára, és űrhajósok egész csapata tartózkodott rajta hónapokon keresztül.

### Űrlaboratóriumok és űrállomások

A világűrben nincs olyan légkör, mint amilyen a Földünket körülveszi, és a csillagászati megfigyelések számára ez előnyt jelent. Sok laboratóriumot helyeztek állandó Föld körüli pályára. A legkisebbek működését a Földről vezérlik, a legbonyolultabbakat űrállomásokon helyezték el, és a hónapokon keresztül az űrállomásokon tartózkodó személyzet működteti őket.

Az űrrepülőgépek, mint például a Discovery rendszeres repüléseket végeznek a Föld és az űrállomások között, űrhajósokat és eszközöket szállítva. A cél egy olyan űrállomás kialakítása, melyen az űrhajósok kedvező körülmények között dolgozhatnak, és a bázis közbülső lépcsőként szolgálna a távolabbra irányuló űrutazásokhoz.

### A Nemzetközi Űrállomás

Az ISS (International Space Station), a Nemzetközi Űrállomás építése 1988-ban kezdődött 16 ország közös vállalkozásával. Több modulból áll, és teljes kiépítése a 21. század elejére befejeződik.

Az ISS az első jelentős lépés a világűr meghódítására.

Az első szovjet űrállomás a Szaljut volt, melyet nem sokkal az amerikai után helyeztek Föld körüli pályára. A Mir szovjet űrállomás 1980-ban kezdett dolgozni a Szaljut folytatásaként, és majdnem 2000-ig működött.

1995. június 29-én az amerikai Atlantis űrrepülőgép 400 km-es magasságban 28 000 km/óra sebességgel haladva összekapcsolódott a Mir űrállomással; ezt követően az űrhajósok meglátogatták egymás űrjárművét.

## Az űrkutatás jövője

Alig tizenkét évvel az első ember alkotta mesterséges égitest fellövését követően – egy egyszerű fémgömb „bip” jeleket küldött a Földre – ember lépett a Holdra, ettől kezdődően a világűr megtelt műholdakkal, űrhajókkal és űrállomásokkal. A jövőbeli tervek a Holdon és a közeli Mars bolygón kialakított űrbázis létrehozását is tartalmazzák.

### Hosszú távú tervek

Az elmúlt két évtizedben az űrkutatást főként a nemzetközi együttműködés jellemezte, mely csak lendületet kapott a Szovjetunió szétesésével. Az Amerikai Egyesült Államok (NASA), Oroszország, Európa (ESA) és Japán (NASDA) közösen dolgoznak a jelentős gazdasági beruházást igénylő terveiken és a gondos tudományos és technikai fejlesztéseken. Ezeket több száz kutatócsoport végzi a világ minden részén.

A Cluster II küldetését a NASA és az ESA 2000 július-augusztusában indította. A program négy mesterséges holdat foglal magában, melyek a Nap mágneses erőterét és annak viharait tanulmányozzák.

A Mars Surveyour jóvoltából 2001 végére elkészült a Mars teljes geológiai térképe, melynek eredményeként több űrszonda landolt a vörös bolygó felszínén. Kőzeteket elemeztek, és vizsgálatokat folytatnak a marsi űrbázis kialakításának lehetőségéről.

A Voyager szonda felderíti az aszteroidákat, miközben az önjáró robot tanulmányozza az egyik kisbolygó felszínét és összetételét.

### Oly közel és mégis oly távol

Miközben az ESA műholdegysége – melyet 2001-ben indítottak útjára az univerzum kialakulásának bizonyítására – a kozmikus sugárzást vizsgálja, addig az azóta felbocsátott mesterséges holdak elsősorban Földünket tanulmányozzák: az ózonréteget, az időjárás előrejelzését, a gleccsereket, a növényzetet és a klímaváltozást.

Űrturizmus

2001 áprilisában az amerikai multimilliomos, Dennis Tito jutott első turistaként a világűrbe.

A rendelkezésre álló új eszközök, melyekkel a világűrt tanulmányozzák, garanciát jelentenek arra, hogy a világegyetem számos titkát még ebben az évtizedben felfedik.

Körutazás

A 2002-ben elindított űrszonda a tervek szerint leszáll a Néreusz nevű kisbolygón, talajmintákat gyűjt, majd 2008-ra visszatér a Földre.

A Szaturnusz gyűrűit 2004 óra tanulmányozza a Cassini űrszonda, mely a tervek szerint leszáll a Titán hold felszínére is.

A Mars felszínét magas fém-oxid-tartalmú por borítja, mely vörösre festi a bolygót, és amelyből oxigént is lehet nyerni.

### Űrbázis a Holdon

A vágy, hogy más égitesteket meghódítsunk, valószínűleg a Holddal kezdődik. A felszín felderítését az űrhajósok hajtották végre, számtalan elemzést és vizsgálatot azonban az automata robotok és a Hold körüli pályán keringő mesterséges holdak végeztek. E berendezések azóta is a Hold felszínén vannak, megkönnyítik a tervek megvalósítását. A második bolygó, amit az ember meghódíthat, a Mars lehet, melyen a holdihoz hasonló feltételekkel épülhet űrbázis.

1999-ben a Hold felszínén nyomokban jeget fedeztek fel, melynek egy részét megfagyott víz alkothatja.

A Föld körüli űrállomások jelentik az első lépést a bolygóközi utazásokhoz; erre valószínűleg a Holdat fogják felhasználni, mint kilövő állomást – ahogy a grafikus ábrázolás mutatja.

## Űrhajósok

Az űrkutatás magas fokú technikai tevékenységet igényel, sikere erősen függ a robotoktól és a számítógépektől. Az ember szerepe természetesen mindig is nélkülözhetetlen lesz. Az asztronautáknak, akikre ezeket a feladatokat bízzák, speciális kiképzésre van szükségük.

### Űrruhák

Az űrruhákat sok-sok évvel ezelőtt fejlesztették ki. Speciális a szövet, a sisakokat pedig a fejlesztések során olyan tulajdonságokkal látták el, hogy biztosítsa azokat a körülményeket, melyek az öltözékben dolgozó űrhajósok számára létfontosságúak. Az űrruhákat úgy tervezték, hogy alkalmasak legyenek az űrhajóban, a világűrben vagy egy égitesten végzett tevékenységekre. Az első űrhajósok az űrséták során egy vezetékkel voltak összeköttetésben az űrhajóval. Napjainkban a modernebb űrruhákba épített berendezések önálló mozgást biztosítanak az asztronauta számára, de a „köldökzsinórt” is alkalmazzák biztonsági okokból.

A légnyomást az űrhajóban és az űrruhában egyaránt 760 higanymilliméter mértékben kell tartani.

Az űrsisak

Az űrsisak egy napellenzővel van ellátva, mely megóvja az űrhajóst a Napról érkező igen erős fénytől és a kozmikus sugárzástól.

Az űrhajós felszerelése

rádióantenna

sisak

hordozható túlélő felszerelés

napellenző

oxigéntisztító berendezés

központi vezérlő és ellenőrző egység

oxigéncsatlakozó

a túlélő felszerelés oxigénbemenete

védőkesztyű

vizeletgyűjtő

hőszigetelt és nyomáskiegyenlítővel ellátott, mikrometeoritok ellen védelmet biztosító öltözék

holdjáró bakancs

Az űrruha oxigénellátó rendszere lehetővé teszi, hogy akár több órán át lehessen dolgozni az űrhajón kívül.

Az űrhajón kívül tartózkodó asztonauta számára alapvető fontosságú a rádió összeköttetés

Az űrruhák nagyon finom védőszövetből készülnek, mely rugalmas, könnyű és ellenáll a világűrben repkedő apró kőzetszemcséknek.

### Élet az űrhajón

Az első űrrepülés alig néhány óráig tartott, de ahogy a repülések hosszabbodtak, szükségessé vált az űrhajót mind több olyan berendezéssel ellátni, mely az űrhajósok számára maradéktalanul biztosította a megfelelő feltételeket. A szovjet Mir űrállomáson kevés helyük volt az asztronautáknak ahhoz, hogy szabadon mozoghassanak, minden tevékenységüket egy univerzális kabinban kellett végezniük. Az új űrállomások azonban – mint a Nemzetközi Űrállomás, melyet jelenleg is építenek – hasonlítanak azokhoz a földi állomásokhoz, melyek extrém körülmények között, például az Antarktiszon működnek. Az ISS több modulból áll, ahol az űrhajósok dolgoznak, alszanak, és külön szoba áll rendelkezésükre a szabadidő eltöltéséhez.

Egy küldetés során minden űrhajós több speciális feladatot lát el. A legnagyobb nehézséget a többnapos, szűk helyre korlátozódó tartózkodás jelenti.

### Nem mindennapi kiképzés

A világűrbe utazás során az űrhajósoknak kitűnő fizikai állapotban kell lenniük, mivel a felbocsátás idején testük jelentős fizikai igénybevételnek van kitéve. Ráadásul a világűrben való huzamosabb idejű tartózkodás jelentős fiziológiai változásokat okoz, melyet a jó kiképzés ellensúlyoz. Ezért voltak az első űrhajósok repülőgépes tesztpilóták, akik tapasztalatból ismerték a hatalmas terhelést.

Az űrprogramban résztvevő szakemberek száma 1990 óta folyamatosan növekszik. Bár az űrhajósoknak tökéletes kondícióban kell lenniük, az új technológiai berendezések segítik a még jobb alkalmazkodást az űrben. A Holdra és Marsra utazó jövőbeni turistáknak is egészségeseknek kell lenniük, de az űrhajók kiküszöbölnek bizonyos kényelmetlenségeket, például a súlytalanságból adódóakat is azzal, hogy mesterséges gravitációt biztosítanak.

Az űrhajósok kiképzőszobája, ahol a súlytalanságban való mozgást gyakorolják.

A felbocsátás ideje alatt az űrhajóban az emberek súlya a földi érték 3-4-szeresére nő.

A súlytalanság hosszú időn keresztül fennálló hatása csontrikulással járhat.

Izomgyengeség

Azok az űrhajósok, akik hónapokat töltenek a világűrben, a tartós súlytalanság miatt egy ideig izomgyengeségben szenvedhetnek, amikor visszatérnek a Földre.

Jegyzetek:

32-33: a következő évtized néhány nap fogyatkozása /hold fogyatkozása

65. oldal: 2004-ben érkezik a Cassini űrszonda a Titánhoz, hogy kiderítse, mi rejtőzik a felhőtakaró alatt, ismétlődik a 91. oldalon is…

69. oldal még nincs adat a Plútóról

79. oldal: „és építik a nemzetközi űrállomást „ még nincs kész? ismétlik a 93. oldalon is„Űrszondák szelik keresztül-kasul Naprendszerünket, és csodálatos képeket juttatnak a Földre” nem lehetne belerakni ilyen képeket?